



Universidad  
Carlos III de Madrid  
[www.uc3m.es](http://www.uc3m.es)

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

# **Estudio del proceso de lavado, pintura electrostática y embalaje de cajas de transmisión de potencia para vehículos agrícolas**

**Autor: Diego Rojo Rodríguez**

**Titulación: Grado en Ing. Mecánica**

**Tutor académico: Jose Luis San Román**

**Tutor de empresa: Juan Ignacio García**

Septiembre de 2014





## Agradecimientos:

En primer lugar quería hacer mención a mi familia, que ha estado a mi lado en todo este proceso de formación y ha sido mi gran apoyo y el referente que he seguido. Este apoyo se ha visto complementado con el de mis amigos más cercanos que siempre han tenido esas palabras de aliento para los momentos difíciles.

Además quisiera agradecer a mi tutor Jose Luis San Román por ofrecerse a ayudarme y guiarme en este proyecto.

Especial mención quiero hacer de todo el departamento de Cajas Pesadas de *John Deere* Ibérica ya que han sido durante casi dos años unos compañeros excepcionales y me han ayudado de manera notable en mi formación profesional; pero quería hacer una mención especial a mi tutor Jon García porque siempre ha estado al pie del cañón y ha sido un gran apoyo y ayuda en la realización de este proyecto.

Por último agradecer a todas aquellas personas que se han cruzado en mi vida a lo largo de este tiempo y aún sin saberlo, también han colaborado en este proyecto.



## Índice de contenidos

1. <u>Introducción</u> .....	11
1.1. <u>Introducción</u> .....	11
1.2. <u>Objetivos</u> .....	11
1.3. <u>Estructura del proyecto</u> .....	12
2. <u>Deere &amp; Company</u> .....	14
2.1. <u>Compañía John Deere</u> .....	14
2.1.1. <u>Historia de John Deere</u> .....	14
2.1.2. <u>John Deere como empresa. Organización</u> .....	17
2.2. <u>John Deere Ibérica S.A.</u> .....	17
2.2.1. <u>Historia de John Deere Ibérica S.A.</u> .....	18
2.2.2. <u>Organización de John Deere Ibérica S.A.</u> .....	20
3. <u>Sector y maquinaria agrícola</u> .....	29
3.1. <u>Sector agrícola mundial</u> .....	29
3.2. <u>Maquinaria agrícola en España</u> .....	30
3.2.1. <u>Máquinas arrastradas o suspendidas</u> .....	31
3.2.2. <u>Tractores</u> .....	31
3.2.3. <u>Máquinas automotrices</u> .....	34
4. <u>Estado del arte</u> .....	37
4.1. <u>Fundamentos teóricos de cajas de cambios</u> .....	37
4.2. <u>Tipos de cajas de cambios</u> .....	40
4.2.1. <u>Cajas de cambios manuales</u> .....	40
4.2.2. <u>Cajas de cambios automáticas</u> .....	42
4.3. <u>Fundamentos teóricos de pintura electrostática</u> .....	44
5. <u>Caja de transmisión Main PTO</u> .....	50
5.1. <u>Descripción</u> .....	51
5.2. <u>Funcionamiento</u> .....	52
5.3. <u>Componentes mecánicos principales</u> .....	57
6. <u>Situación inicial de la línea de pintura y embalaje</u> .....	62
6.1. <u>Situación de la línea previa a la automatización</u> .....	62
6.2. <u>Nueva línea de pintura y embalajes</u> .....	65



6.2.1.	<u>Proceso de carga, <i>masking</i> y embalaje de la Main PTO inicial</u>	68
6.3.	<u>Sistema de tiempos</u>	92
6.3.1.	<u>Obtención del tiempo estándar de proceso</u>	94
6.4.	<u>Tiempo estándar del proceso de carga, <i>masking</i> y embalaje de la Main PTO</u>	96
7.	<u>Sistema de transporte por carrusel</u>	99
7.1.	<u>Descripción del sistema</u>	99
7.2.	<u>Layout</u>	100
7.3.	<u>Medidas de seguridad</u>	103
8.	<u>Mejoras en la nueva línea de pintura y embalaje</u>	106
8.1.	<u>Descripción de los cambios efectuados en el proceso</u>	106
8.2.	<u>Nuevo proceso de carga, <i>masking</i> y embalaje de la Main PTO</u>	108
8.3.	<u>Nuevo tiempo estándar del proceso de carga, <i>masking</i> y embalaje de la Main PTO</u>	114
9.	<u>Comparativa de las líneas: Inicial VS actual</u>	116
9.1.	<u>Seguridad</u>	116
9.2.	<u>Calidad</u>	117
9.3.	<u>Productividad</u>	117
10.	<u>Conclusiones y futuros proyectos de mejora</u>	120
11.	<u>Bibliografía</u>	122
12.	<u>Anexos</u>	124
12.1.	<u>Anexo I: Hoja de datos mecánicos Pintura y embalaje Main PTO inicial</u>	124
12.2.	<u>Anexo II: Estándar Main PTO inicial</u>	143
12.3.	<u>Anexo III: Hoja de datos mecánicos Pintura y embalaje Main PTO final</u>	156
12.4.	<u>Anexo IV: Estándar Main PTO final</u>	161

## Índice de figuras

Figura 1: Imagen aérea de la factoría de Getafe.....	20
Figura 2: Expositor de piezas fabricadas en Ejes y Engranajes .....	21
Figura 3: Expositor piezas fabricadas en Mandos finales.....	23
Figura 4: Expositor piezas fabricadas en Cajas Ligeras .....	25
Figura 5: Expositor piezas fabricadas en Cajas Pesadas.....	27
Figura 6: Mapa inscripciones de tractores por localización geográfica en 2013 .....	32
Figura 7: Evolución de tractores inscritos en España desde 1998 hasta el 2013 .....	33
Figura 8: Esquema de transmisión de un motor delantero con tracción delantera .....	38
Figura 9: Esquema de transmisión para un motor delantero con propulsión trasera ....	38
Figura 10: Elementos de una caja de cambios manual.....	41
Figura 11: Elementos de una caja de cambios automática .....	43
Figura 12: Composición básica del polvo de pintura electrostática.....	45
Figura 13: Esquema de la fabricación del polvo de la pintura electrostática .....	46
Figura 14: Esquema de una instalación de pintura electrostática .....	47
Figura 15: Modelo Caja Main PTO .....	50
Figura 16: Ubicación de la caja Main PTO en la cosechadora .....	51
Figura 17: Modelo Main PTO con transfer .....	52
Figura 18: Componentes principales de la Caja Main PTO.....	53
Figura 19: Polea pequeña.....	54
Figura 20: Sistema de expulsión de residuos de la cosechadora.....	55
Figura 21: Grupo Separator y polea grande.....	55
Figura 22: Grupo Hydro.....	56
Figura 23: Grupo Transfer .....	57



Figura 24: Par de engranajes cónicos helicoidales del grupo Separator.....	58
Figura 25: Despiece del embrague de la MAIN PTO.....	59
Figura 26: Engranajes cilíndricos con dentado helicoidal de la Transfer.....	60
Figura 27: Pasillo con Main PTO almacenadas para ser llevadas a pintura.....	63
Figura 28: Zona de colgado de las cajas para ser llevadas al tunel de pintura por los carros aéreos .....	63
Figura 29: Entrada túnel de pintura .....	64
Figura 30: Zona interior del túnel .....	64
Figura 31: Salida del túnel .....	65
Figura 37: Colocación de la tapa del hydro en la carga .....	72
Figura 40: Main PTO colgada en el carro a la espera de ser enviada a lavar .....	73
Figura 41: Lectura de la chapa característica de la caja.....	74
Figura 43: Pistola de aire que se emplea en el masking.....	75
Figura 44: Operario retirando la tapa del hydro.....	76
Figura 45: Tapa del transfer antes de ser retirada.....	76
Figura 46: Limpieza del transfer con aspirador .....	77
Figura 47: Operario protegiendo la campana de la Main PTO.....	78
Figura 48: Protección de electroválvula.....	78
Figura 49: Pegatina chapa característica .....	79
Figura 50: Pegatina mecanizado zona filtro .....	79
Figura 51: Pegatina hydro.....	80
Figura 52: Pegatina transfer .....	80
Figura 53: Tapones protectores de electroválvulas .....	81
Figura 54: Tapones protectores de los ejes de salida de la caja.....	81
Figura 56: Pantalla de trazabilidad para validar la caja.....	82



Figura 57: Caja sin protecciones .....	83
Figura 59: Operario retirando el tapón del cárter .....	84
Figura 60: Operario colocando el tapón con la llave dinamométrica.....	84
Figura 61: Pantalla de trazabilidad para validar calidad de la caja.....	85
Figura 62: Operario colocando el respiradero con llave fija.....	85
Figura 63: Operario retirando el sensor esclavo .....	86
Figura 64: Operario apretando con llave dinamométrica el sensor .....	86
Figura 65: Operario aplicando <i>Rustveto</i> sobre el eje.....	87
Figura 66: Operario colocando la maya sobre el eje de la caja .....	87
Figura 67: Operario leyendo la caja para obtener las pegatinas .....	88
Figura 68: Rack de envío con el bastidor de madera de la Main PTO.....	89
Figura 71: Caja con la bolsa VCI cerrada.....	91
Figura 72: Pegatina colocada en el exterior del rack.....	91
Figura 73: Diagrama de tiempos D, R y M .....	94
Figura 74: Hoja de toma de tiempos .....	95
Figura 75: Hoja de toma de datos.....	96
Figura 78: Zona del circuito aérea por la que no pueden circular cajas colgadas .....	104
Figura 79: Elemento de seguridad para detener la instalación automáticamente.....	104
Figura 80: Carro de trabajo del puesto de carga de la Main PTO .....	109
Figura 81: Operario aproximando los tornillos de la transfer.....	110
Figura 82: Operario realizando la comprobación del hydro .....	111
Figura 83: Pantalla de trazabilidad .....	112





## Índice de figuras

Tabla 1: Maquinaria inscrita en España en 2013.....	30
Tabla 2: Inversión de maquinaria agrícola inscrita en España en 2013 .....	30
Tabla 3: Máquinas arrastradas o suspendidas inscritas en España en 2013.....	31
Tabla 4: Tractores inscritos en España por tipo en 2013.....	31
Tabla 5: Precio medio de los tractores por tipo en el año 2013 .....	32
Tabla 6: Reparto de las inscripciones en España en 2013 por marcas.....	33
Tabla 7: Máquinas automotrices inscritas en España en 2013.....	34
Tabla 8: Evolución de las máquinas automotrices inscritas en España desde 1998 hasta 2013.....	35
Tabla 9: Tiempos estándar pintura y embalaje inicial.....	97
Tabla 10: Tiempos estándar pintura y embalaje con el nuevo proceso.....	114
Tabla 11: Comparativa de tiempos estándar .....	118



# 1. Capítulo I: Introducción

---



# 1. Introducción

## 1.1. Introducción

Este proyecto nace de la colaboración que existe entre la Universidad Carlos III de Madrid y la empresa *John Deere* Ibérica S.A. Sin la existencia del convenio no habría sido posible la realización de este trabajo fin de grado en un entorno empresarial.

A lo largo del documento se recoge todo el proceso de pintura y embalaje que se realiza en el departamento de Cajas Pesadas de *John Deere* Ibérica y las mejoras que se han implementado en la línea para atender a las necesidades que requiere una factoría en la que el concepto de mejora continua está muy arraigado.

## 1.2. Objetivos

En este apartado se describen los principales objetivos que persigue este proyecto y que han sido impuestos al comienzo del estudio.

El objetivo fundamental reside en la mejora de la línea de pintura y embalaje. Dado que este objetivo es bastante general, el proyecto se centrará en que la línea mejore en los apartados de seguridad, calidad y productividad en el proceso de pintura y embalaje de una caja de transmisiones del modelo Main PTO. Para conseguir cumplir con el objetivo principal es necesario plantear unos objetivos secundarios:

- Mostrar una visión general de la caja de transmisiones Main PTO, la cual será sometida a estudio.
- Estudiar el proceso de pintura y embalaje de la transmisión en la línea.
- Conocer la metodología del sistema de tiempos en el que se basa el cálculo del tiempo estándar de la línea.

### 1.3. Estructura del proyecto

- Primer bloque:

Recoge los capítulos 2 y 3 del proyecto. En el capítulo 2 se da una visión de la compañía y se presta especial atención a la filial española de la misma y los productos que en ella se elaboran. En el capítulo 3 se describe el sector en el que *John Deere* centra su actividad empresarial, explicando más concretamente la posición de la empresa en España.

- Segundo bloque:

Recoge los capítulos 4 y 5. En el capítulo 4 se exponen los conceptos básicos de las cajas de transmisión y de pintura electrostática sin los cuales sería difícil comprender bien el estudio que se realiza en el proyecto; y es en el capítulo 5 donde se explica la caja de transmisiones que se somete a estudio.

- Tercer bloque:

A lo largo de este bloque en el que se recogen los capítulos 6, 7 y 8 se va a estudiar la línea de pintura de Cajas Pesadas y se podrá ver la evolución que sufre la línea y las mejoras que se implementan en ella.

- Cuarto bloque:

Este último bloque se corresponde con los capítulos 9 y 10 en los que se expondrán los datos obtenidos en el estudio y las conclusiones que se pueden obtener de los mismos.



## 2. Capítulo II: *Deere & Company*

---

## 2. Deere & Company

Este capítulo pretende explicar de una manera cronológica la compañía, desde sus orígenes hasta nuestros días. De igual manera, explicará la organización de la compañía en España.

### 2.1. Compañía John Deere

Este apartado dará de una visión rápida el desarrollo que ha sufrido la compañía desde sus orígenes a nivel mundial.

#### 2.1.1. Historia de John Deere

No fue hasta 1837 cuando *John Deere*, fundador de la compañía, desarrolla el primer arado de acero pulido en su herrería de *Grand Detour* (Illinois) y funda de esta manera la empresa *John Deere*. Su invento tiene una muy buena aceptación entre los agricultores de la zona, ya que les permitía abrir surcos con facilidad. Por esta ayuda aumenta la demanda de su arado y le solicitan cada vez más. Este hecho supone que *John Deere* pase de ser herrero a ser fabricante ya que de los diez arados que fabrica en 1839, pasa a setenta y cinco en 1841 y cien en 1842.

Dada la buena aceptación del producto que fabrica decide cambiar su ubicación a *Moline* (Illinois), ya que ofrece un suministro de energía hidráulica y un mejor transporte. Pero no es hasta la década de los sesenta cuando estalla la guerra civil y los agricultores del medio oeste prosperan debido a la demanda del ejército y a que en Europa se producen una serie de pérdidas del cultivo. Esta demanda provoca que la maquinaria agrícola mejore y por tanto la compañía también, obteniendo en los sucesivos años hasta tres patentes de sus productos.

Dada la buena aceptación de la compañía, el catálogo de ofertas de nuevos productos va aumentando y a principios de 1880 se incorporan vagones y poco

después carretillas. En esta misma década se produce dos acontecimientos importantes para la compañía, la muerte de *John Deere* a la edad de 82 años en 1886 y la aparición de los tractores a vapor. La compañía decide continuar con la fabricación de arados que serían arrastrados por los tractores y no adentrarse, por el momento, en la fabricación de tractores.

El gran empujón que dio la empresa no fue hasta 1912, cuando nace la actual *Deere & Company*. La empresa constaba de 11 fábricas en EE.UU y una más en Canadá; junto con ellas también tendrá 25 organizaciones de venta.

En 1918 la compañía decide dar un gran paso haciéndose con la empresa fabricante de tractores *Waterloo Boy*. A pesar de este paso, los próximos años no fueron buenos, el país está sumido en una gran depresión económica después de la primera Guerra Mundial y las ventas de tractores Waterloo siguen cayendo. Para intentar salir de esta crisis lanzan el modelo "D" en 1923, que es todo un éxito de ventas y es el primer tractor bajo el nombre de *John Deere*. Este éxito ayuda a tomar la decisión de lanzar en 1927 la cosechadora nº2 de *John Deere* y un año más tarde la cosechadora nº1 de *John Deere*. Ambas cosechadoras serán sustituidas por modelos más ligeros en 1929. Este mismo año, se introduce en el mercado el tractor "GP" para cultivo en hileras con gran ancho de vía. Es el primer tractor de *John Deere* con frontal en forma de triciclo que cabe entre dos hileras de cultivo y con el eje trasero lo suficientemente ancho como para que quepan dos hileras entre las ruedas.

Los cinco años posteriores se produce una depresión y las ventas se estancan. A pesar de esta situación, se hace hincapié en el desarrollo de nuevos productos y es en 1934 cuando se lanza al mercado el tractor modelo "A". Un año después se lanzará el tractor modelo "B", algo más pequeño; convirtiéndose ambos en los modelos más populares de la empresa y permanecerán en la gama de la empresa hasta 1952.

En 1956 la empresa da un paso adelante y se convierte en fabricante multinacional. Decide fabricar una planta de montaje de tractores pequeños en México y compra la participación mayoritaria de un fabricante alemán de tractores y



cosechadoras con pequeña presencia en España. En los siguientes años, se expande a Francia, Argentina y Sudáfrica.

En 1958 se funda la empresa *John Deere Credit*, entidad financiera para adquisiciones nacionales de equipos de *John Deere*.

A comienzo de los años 60 las ventas aumentan de manera considerable, en 1966 las ventas totales superan los 1.000 millones de dólares por primera vez en la historia. Las ganancias ascienden a 78,7 millones de dólares. Las ventas de equipos agrícolas alcanzan un récord por cuarto año consecutivo. Las ventas de equipos industriales experimentan el mayor crecimiento anual de la historia. Las ventas de equipos para césped y jardinería aumentan un 76%. En el año 1969 las ventas totales se estabilizan debido, principalmente, a una reducción de ventas de equipos agrícolas. Las operaciones exteriores se expanden, pero no producen beneficios y se crea *John Deere Insurance Group*.

Con la entrada de la década de los 70 nacen tres divisiones operativas: equipos agrícolas y productos de consumo, EE. UU. y Canadá; equipos agrícolas y productos de consumo, internacional; y equipos industriales, que tiene responsabilidades en todo el mundo.

Durante los años 70 y 80 se produce una gran recesión en EE.UU. pero a pesar de ella, las ventas de productos *John Deere* continúan subiendo.

En la última década del Siglo XX, *John Deere* crea una división de nuevas tecnologías encaminada a diseñar y desarrollar soluciones que permitan aprovechar al máximo herramientas de última generación como Internet o el posicionamiento global por satélites (GPS). Gracias a seguir implementando las nuevas tecnologías en sus productos, la tendencia de crecimiento económico de la empresa en el final de ese siglo se ha podido mantener hasta nuestros días.



### 2.1.2. John Deere como empresa. Organización

En la actualidad, la sede mundial continúa en sus orígenes, *Moline*, Estados Unidos. *John Deere* como empresa se divide en tres segmentos muy diferenciados entre sí. Por un lado Agricultura y espacios verdes, por otro Construcción y forestal y por último Servicios financieros. A parte de las nombradas anteriormente existen otras divisiones como son Repuestos y logística, Motores y Energías renovables; estas últimas centran sus esfuerzos en ayudar a los clientes a mejorar su calidad de vida y a ser más productivos y eficientes.

- Agricultura y espacios verdes: *John Deere* lidera mundialmente este sector, siendo el fabricante líder mundial en equipos agrícolas. Dentro de esta división se encuentran los equipos para el mantenimiento de jardinería, el mantenimiento de campos de golf, así como otros muchos equipos relacionados con la naturaleza.
- Construcción y forestal: En esta división se centran en la fabricación de maquinaria forestal para el corte, manipulación y gestión de productos forestales. Unido a estos equipos, también diseñan y fabrican maquinaria para obra civil.
- Servicios financieros: Dado al alto coste de la maquinaria que fabrica y comercializa *John Deere*, se ha convertido en una de las mayores compañías de financiación de maquinaria agrícola en EEUU. Este servicio ayuda en la adquisición de los equipos por parte de sus clientes.

## 2.2. John Deere Ibérica S.A.

En este apartado se tratará de manera breve la historia y la organización de la compañía *John Deere Ibérica S.A.* Se centrará más en el análisis de la distribución en minifábricas en la sede de Getafe.



### 2.2.1. Historia de *John Deere Ibérica S.A.*

No fue hasta la época de 1950 cuando *Deere & Company* decide entrar en el mercado europeo. Esta expansión consistió en la compra de la marca alemana *Lanz*. La compra supuso para *Deere & Company* la adquisición de numerosas instalaciones, siendo una de ellas la fábrica de tractores que *Lanz Ibérica* tenía en el municipio madrileño de Getafe. De esta forma, *John Deere Ibérica S.A.* (JDISA) se convierte en la filial de *John Deere* en Portugal y España.

*Deere & Company* decidió que la factoría de Getafe se dedicara a la fabricación de tractores para el territorio nacional, no siendo hasta el año 1963 cuando salió el primer tractor por la línea de montaje, el modelo fue un JD 505, el cual se convirtió en el primer tractor *John Deere* fabricado en España.

Dada la buena aceptación de este producto en el mercado nacional, la compañía decidió que en JDISA se fuesen produciendo las distintas series de tractores que *Deere & Company* iba diseñando. Así comenzó con la Serie 10 en 1963, la Serie 20 en 1969, la Serie 30 en 1973, la Serie 35 en 1975, la Serie 40 en 1980 y por último la Serie 50 en 1987. Este mismo año, la compañía decide diversificar la actividad industrial de la fábrica, añadiendo a la fabricación de tractores la producción de componentes para otras cadenas de montaje de *Deere & Company*.

Un año después, en 1988, JDISA y su actividad comercial deciden diversificarse creando una nueva división de *Espacios verdes*. En un principio la principal responsabilidad de esta división sería dedicarse a la maquinaria para el cuidado de jardines, pero en 1992 amplía su radio de acción e incluye el cuidado de campos de golf.

Con la buena aceptación que los productos *Deere & Company* experimentan en el mercado europeo, en el año 1992 deciden centralizar la producción de los nuevos tractores de la Serie 6000 en la factoría alemana de *Mannheim*. En el año 1994 por esta nueva situación, sale el tractor número 181.558 de la factoría de Getafe, del

modelo JD 2650 MA, siendo el último tractor que hasta el momento se ha producido en las instalaciones madrileñas. Este hecho supuso el punto y final a la producción de tractores en JDISA pero no la producción de componentes para el resto de fábricas, ya que desde ese momento centró su producción en dar soporte fabricando componentes para las demás fábricas que tiene *Deere & Company* a lo largo del mundo.

Como se ha visto, JDISA sufrió una evolución desde el año 1985 cuando operaba solamente en el mercado nacional ofreciendo un único producto a trabajar a nivel mundial ofreciendo una gran variedad de productos a diversos clientes con economías muy desarrolladas como EEUU, Francia, Alemania, Canadá, México o Brasil.

A día de hoy se puede considerar que JDISA es una factoría que centra su actividad en la fabricación de componentes para maquinaria agrícola, industrial y de espacios verdes, esto es bueno porque la propia diversificación del mercado de sus productos ayuda a tener buenas ventas, pero hay que tener en cuenta que cualquier variación de las ventas del producto final de *Deere & Company*, afecta directamente a las propias ventas de la factoría en sí. Uno de los principales factores que se estudia para la previsión de ventas finales es el clima, el cual afecta directamente a las cosechas que a su vez dictan las ventas que podrá tener la compañía.

El cambio de mercados que ha sufrido JDISA ha supuesto un gran cambio en la mentalidad de la propia empresa en todos y cada uno de sus niveles. Este cambio se puede ver muy bien reflejado en la intención de la factoría de satisfacer a sus clientes con una serie de criterios como la calidad, el coste, la rapidez y fiabilidad en sus entregas.

En la actualidad, la empresa *Deere & Company* centra su actividad comercial en el mercado agrícola y en el de la construcción, en los cuales también se encuentran otras importantes empresas como puede ser *Caterpillar* o *New Holland*. Por esta dura competencia, la compañía está obligada a estar en continuo desarrollo e innovación para lograr situarse por encima de su competencia.



**Figura 1: Imagen aérea de la factoría de Getafe**

### 2.2.2. Organización de *John Deere* Ibérica S.A.

La factoría que se encuentra en el término municipal de Getafe tiene una extensión de 60.000 m<sup>2</sup> dentro de una parcela de unas dos hectáreas. Cuenta con unas 800 personas en sus instalaciones, las cuales se reparten en cuatro divisiones de producción especializadas. Estas divisiones trabajan como minifactorías dentro de la factoría JDISA. Las cuatro minifábricas son: Ejes y Engranajes, Enganches Tripulantes y Mandos Finales, Cajas Ligeras de Transmisión; y Cajas Pesadas de Transmisión.

- Minifábrica de Ejes y Engranajes:

Esta primera minifábrica tiene dos funciones fundamentales. Por un lado es la encargada de suministrar una serie de piezas que fabrica a las diversas minifábricas de JDISA, y por otro lado también se encarga de suministrar piezas a las diferentes divisiones de *John Deere* en *Dubuque* y *Waterloo* (EEUU), en *Saran* (Francia), en *Torreón* (México) y en *Rosario* (Argentina).

Para la fabricación de las piezas que manda al exterior y a la propia factoría la materia prima que utiliza son piezas de forja y aceros de alta calidad. Lo fundamental para realizar unas piezas de alta calidad son unos procesos muy precisos y unos procesos de tratamiento térmico muy rigurosos.



Figura 2: Expositor de piezas fabricadas en Ejes y Engranajes

- Minifábrica de Enganches Tripulantes y Mandos Finales:

En esta minifábrica se producen los enganches tripulantes y los mandos finales para las cosechadoras. Las diferentes piezas que se fabrican en esta minifábrica se envían a las factorías de tractores de *Mannheim* (Alemania), *Davenport* (EE.UU.) *Augusta* (EE.UU.), *Saltillo* (México) y *Horizontina* (Brasil).

Los diferentes modelos que se ensamblan en esta minifábrica son:

– *CRAWLER*: Es el mecanismo encargado de transmitir movimiento 4X4 a las orugas de los vehículos de construcción.

– *REAR SPINDLE*: Se trata del mecanismo final donde va fijada la rueda trasera de las cosechadoras, que son las encargadas de la dirección de la máquina.

– *FINAL DRIVE*: En este elemento se atornilla la rueda delantera de la cosechadora, que son las encargadas de la motricidad. A este mando final, van unidos los ejes de salida de la caja de cambios sometida a estudio.

– *SPRAYER*: Se encarga de la aspersion de herbicidas, fertilizantes, etcétera; en los campos de cultivo.

– *JACK SHAFT*: Mecanismo encargado de dar movimiento al alimentador de producto de la cosechadora procedente del cabezal hasta la transmisión que se encarga de la separación del grano.

– *SUGAR CANE*: Elemento encargado de la motricidad 4X4 en las máquinas de recolección de la caña de azúcar.



– *SKID STEER*: Caja de transmisión unida a las ruedas de pequeñas retroexcavadoras multiusos.

– *MOWER CONDITIONERS*: Elemento empleado para alinear el forraje en el campo de trabajo antes del empacado.

– *SQUARE BALERS*: Se trata del equipo encargado de empacar el heno/alfalfa procedente de la siega.

– *HORICON*: Caja de engranajes encargada del movimiento de la cuchilla en máquinas cortacésped.



**Figura 3: Expositor piezas fabricadas en Mandos finales**

- Minifábrica de Cajas Ligeras de transmisión:

En esta minifábrica se fabrican las cajas de transmisión que se montan en los cabezales de las diferentes cosechadoras.

Para la fabricación de estos componentes, se lleva a cabo un complejo proceso de mecanizado de las piezas que forman las transmisiones y montaje de las mismas. El perfecto funcionamiento de las transmisiones se asegura sometiendo los conjuntos a estrictos controles de calidad y rigurosas pruebas en las propias líneas de montaje final al 100% de los productos que se ensamblan.

Los diferentes modelos que se ensamblan en esta minifábrica son:

– *ROW UNIT*: Esta caja se encarga de tronzar la planta de maíz y tras su corte, empuja la mazorca hacia el centro del cabezal para introducirlo en el interior de la máquina mediante otra transmisión (Feeder House).

– *CHOPPER*: Esta unidad se monta junto a la “Row unit” y va cortando la planta de maíz a cosechar por la base inferior con unas cuchillas.

– *KNIFE DRIVE*: Esta caja mueve las cuchillas alojadas en el cabezal de la cosechadora para así cortar el cereal de grano fino (avena, centeno, etc.). Tras su corte, se empuja hacia el centro del cabezal para introducirlo en su interior mediante otra transmisión (Feeder House).

– *2 SPEED*: Se encarga de mover el cilindro que separa el producto por el interior de la cosechadora mientras se está separando el grano de la paja.



– *LOADING AUGER*: Se encarga de elevar el grano cosechado del interior de la máquina a la parte superior donde se encuentra el tanque de almacenamiento de la cosechadora.

– *STRAW WALKER*: Se encarga de la separación del grano y la paja en el interior de las cosechadoras de menor tamaño con un sistema de separación distinto.

– *UNLOADING AUGER*: En este caso, se encarga de vaciar el depósito de grano almacenado de la cosechadora a través de una tubería hacia el camión/remolque que lleva el grano al silo.

– *PICKING UNIT*: Se encarga de la recogida del algodón (sembrado en el campo). Existen dos modalidades, recogida de la planta completa (tallo y algodón) o solamente el algodón.



Figura 4: Expositor piezas fabricadas en Cajas Ligeras

- Minifábrica de Cajas pesadas de Transmisión:

En esta minifábrica se fabrican las diferentes cajas de transmisión que distribuyen la potencia que genera el motor de la cosechadora a todas las funciones que realiza la cosechadora.

La factoría de Getafe produce una amplia variedad de cajas de transmisión para máquinas cosechadoras de cereales, algodón, caña de azúcar y forraje, construidas en *Harvester* (EE.UU.), *Thibodaux* (EE.UU.), *Des Moines* (EE.UU.), *Jiamusi* (China), *Horizontina* (Brasil) y *Zweibrücken* (Alemania).

Los diferentes modelos que se ensamblan en esta minifábrica son:

– *MAIN ENGINE PTO*: Este modelo está conectado directamente al motor de la cosechadora y, se encarga de transmitir y repartir la potencia del motor a las diferentes cajas de relaciones que están presentes en la cosechadora, mediante ejes y poleas.

– *5 SPEED*: tiene el mismo cometido que el Jack Shaft, pero de mayor tecnología. Por tanto, es el mecanismo encargado de dar movimiento al alimentador de producto de la cosechadora procedente del cabezal hasta el proceso de separación del grano.

– *3V/PBST*: Estas cajas junto con el modelo PRODRIVE, se encargan de la motricidad de la cosechadora. El modelo 3 velocidades es de cambio manual, actuada mecánicamente; y el sistema PBST, también de 3 velocidades, pero de cambio automático, por lo que está actuada electrohidráulicamente.

– *PRODRIVE*: Al igual que el anterior, se encarga de la motricidad de la cosechadora siendo éste, el modelo de alta especificación con características tecnológicas superiores a las demás.

La primera de todas las transmisiones que antes se ha nombrado, *Main engine Pto*, se describirá con más detalle en próximos capítulos.



**Figura 5: Expositor piezas fabricadas en Cajas Pesadas**



## 3. Capítulo III: Sector y maquinaria agrícola

---

### 3. Sector y maquinaria agrícola

Este capítulo pretende explicar el sector en el que *John Deere* trabaja y cómo está en la actualidad.

#### 3.1. Sector agrícola mundial

Los ecosistemas agrícolas son los mayores ecosistemas gestionados en el mundo. Aproximadamente, el 35% de la superficie de la tierra se destina al cultivo o al pasto, esto supone unos 5.000 millones de hectáreas.

El papel que juega la maquinaria agrícola es fundamental ya que permite el tratamiento y la gestión de los terrenos destinados al cultivo, debido a esto existe un amplio mercado de esta maquinaria. Este mercado es cada vez más competitivo ofreciendo nuevas tecnologías y diseños que faciliten el trabajo de los agricultores.

Las principales empresas a nivel mundial de producción y venta de maquinaria agrícola son:

- *Deere & Company*
- *Case/New Holland*
- *AGCO*
- *Caterpillar*
- *Claas*

A pesar de que existen varias empresas que se dedican a este sector, las tres primeras compañías que se han nombrado agrupan el 50% de las ventas anuales, siendo *Deere & Company* la empresa líder mundial en este sector.

### 3.2. Maquinaria agrícola en España

En las últimas décadas la mecanización de la agricultura ha alcanzado unos índices bastante altos. Según los datos del Registro Oficial de Maquinaria Agrícola (ROMA) de todas las provincias de España en el año 2013, el total de maquinaria agrícola inscrita en los registros oficiales fue de 27.228 unidades, que se distribuyen según la Tabla 1.

Tipo de Maquinaria	Unidades inscritas
Tractores	8.859
Máquinas automotrices	1.372
Máquinas arrastradas o suspendidas	11.216
Remolques	5.574
Otras máquinas	208
<b>Total</b>	<b>27.229</b>

**Tabla 1: Maquinaria inscrita en España en 2013**

El importe de la inversión correspondiente a la maquinaria agrícola inscrita, sin incluir el IVA, durante el año 2013 fue de 712,3 millones de euros, y la distribución por tipos de maquinaria se refleja según la Tabla 2.

Tipo de Maquinaria	10 <sup>6</sup> €
Tractores	421,3
Máquinas automotrices	108,8
Máquinas arrastradas o suspendidas	142,8
Remolques	36,7
Otras máquinas	2,7
<b>Total</b>	<b>712,3</b>

**Tabla 2: Inversión de maquinaria agrícola inscrita en España en 2013**

### 3.2.1. Máquinas arrastradas o suspendidas

Este apartado de la maquinaria agrícola engloba todos los útiles para el trabajo del suelo y de la plantación, los equipos de tratamientos, aporte de fertilizantes y de agua.

El total de máquinas arrastradas o suspendidas inscritas en los registros oficiales fue de 11.216 unidades, que se distribuyen según la Tabla 3.

<b>Tipo de Maquinaria</b>	<b>Unidades inscritas</b>
Trabajo del suelo	2.128
Siembra y plantación	641
Equipos de tratamiento	3.256
Aporte de fertilizantes y agua	1.954
Recolección	1.830
Otras	1.407
<b>Total</b>	<b>11.216</b>

**Tabla 3: Máquinas arrastradas o suspendidas inscritas en España en 2013**

### 3.2.2. Tractores

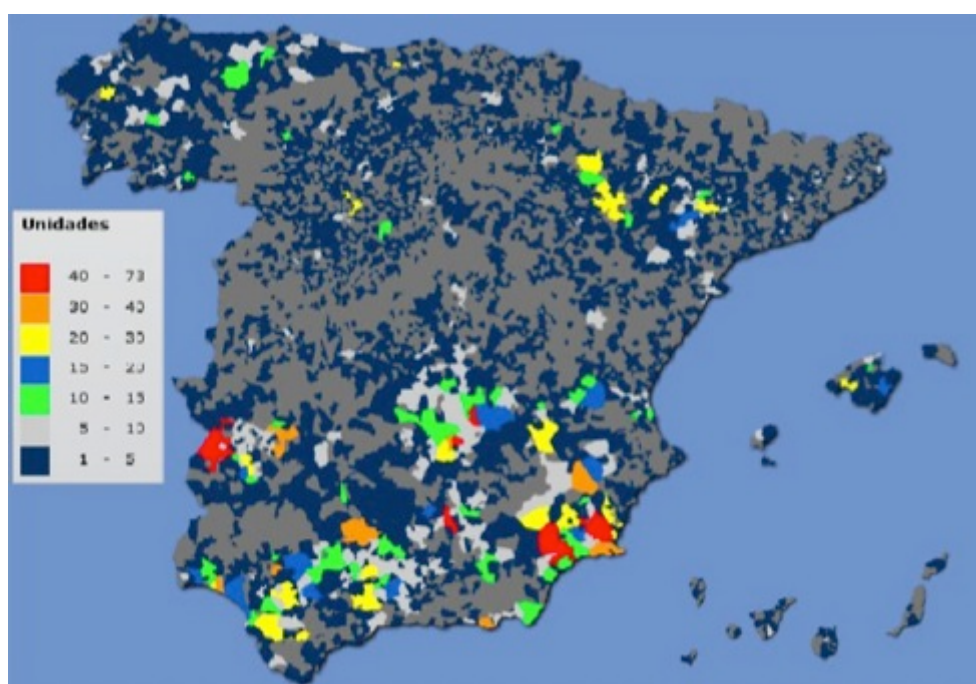
Existen diferentes tipos de tractores, como los de simple tracción, los de doble tracción o los de cadena. En la Tabla 4 se muestra la distribución de los tractores inscritos en España en 2013, siendo un total de 8.859 unidades.

<b>Tipo</b>	<b>Unidades inscritas</b>
Ruedas simple tracción	179
Ruedas doble tracción	8.505
Cadenas	55
Otros	120
<b>Total</b>	<b>8.859</b>

**Tabla 4: Tractores inscritos en España por tipo en 2013**

Es de reseñar el claro predominio de la doble tracción en los tractores, con el consiguiente bajo porcentaje de los de un solo eje motriz, los cuales solamente representan el 2% del total de tractores. Los de cadena representan el 0,6% del total.

La distribución de tractores por localización en la Península Ibérica se distribuye como se muestra en la figura 6.



**Figura 6: Mapa inscripciones de tractores por localización geográfica en 2013**

El precio medio de los tractores, sin incluir el IVA, es de 47.676 euros, variando según el tipo como se ve en la Tabla 5.

Tipo	€/Tractor
Ruedas simple tracción	32.148
Ruedas doble tracción	48.438
Cadenas	40.800
Otros	19.880

**Tabla 5: Precio medio de los tractores por tipo en el año 2013**

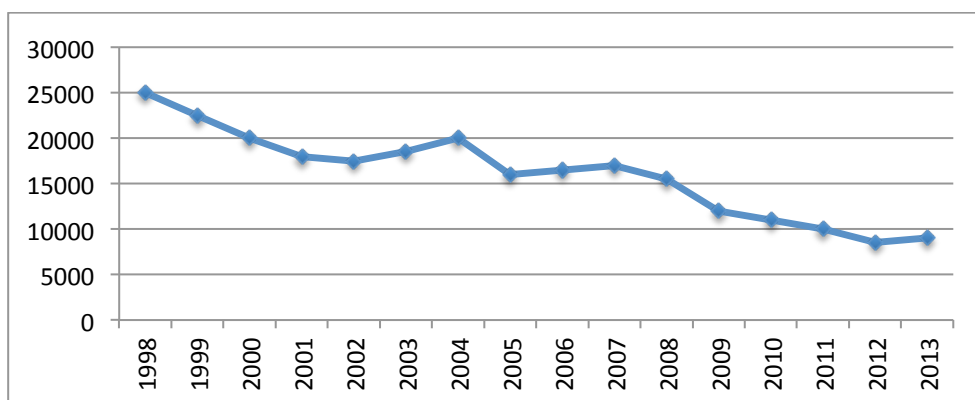


Dentro de este tipo de maquinaria agrícola, el reparto de ventas por marca en porcentaje es el mostrado en la Tabla 6.

Marca	Reparto de marcas inscritas (%)
<i>John Deere</i>	28,4
<i>New Holland</i>	17
<i>Kubota</i>	6,4
<i>Case IH</i>	6,3
<i>Massey Ferguson</i>	5,6
<i>Fendt</i>	5,3
<i>Same</i>	5,2
<i>Deutz-Fahr</i>	4,5
<i>Landini</i>	4,5
<i>Lamborghini</i>	2,7
<i>Claas</i>	2,4
Resto de marcas	11,7

**Tabla 6: Reparto de las inscripciones en España en 2013 por marcas**

Cincuenta y una son las marcas de tractores que se comercializaron en España, englobando más de mil modelos distintos. A pesar de los datos que se mencionan, hay que destacar que las inscripciones de tractores sigue descendiendo en España a lo largo de los años, en la figura 7 se muestra la evolución de las unidades inscritas de tractores desde el 1998 hasta el 2013.



**Figura 7: Evolución de tractores inscritos en España desde 1998 hasta el 2013**

### 3.2.3. Máquinas automotrices

Las máquinas automotrices engloban todas las máquinas agrícolas autopropulsadas, a excepción de los tractores y de motocultores y similares. Concretamente se refiere a cosechadoras de cereal, forraje, maíz, hortalizas, algodón o patata, vendimiadoras, vibradores, barredoras y equipos de carga.

El total de estas máquinas automotrices inscritas en 2013 fue de 1.372 unidades, un 4,1% superior a las inscritas en 2012. La distribución de estas unidades fue la siguiente.

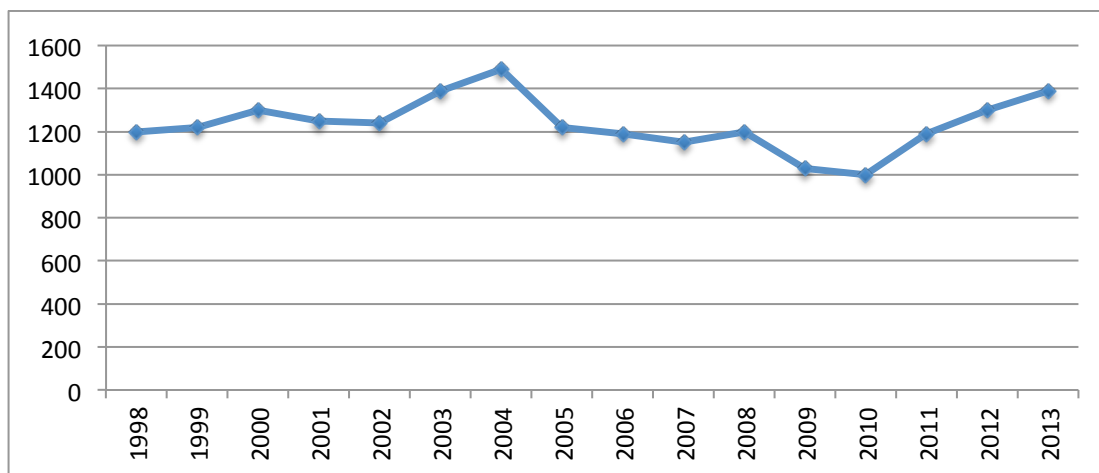
Tipo	Unidades inscritas
Maquinaria de recolección	628
Equipos de carga y transporte	353
Tractocarros	43
Motocultores y motomáquinas	287
Otras	61
<b>Total</b>	<b>1.372</b>

**Tabla 7: Máquinas automotrices inscritas en España en 2013**

Cabe destacar que las cosechadoras de cereal son el tipo de máquinas más numeroso con 361 unidades, concentrándose en Castilla y León que duplica a Andalucía, Castilla la Mancha y Aragón; pero el conjunto de las cuatro comunidades autónomas supone más de las tres cuartas partes del total nacional.

Junto a esto también destaca que *Claas*, *New Holland* y *John Deere*, por este orden, acaparan cerca del 90% de las cosechadoras de cereales.

El número de inscripciones de máquinas automotrices en España ha aumentado en los últimos años, no como ocurría con los tractores. En la siguiente figura se puede ver la evolución de las unidades inscritas de máquinas automotrices desde el año 1998 hasta el 2013 en España.



**Tabla 8: Evolución de las máquinas automotrices inscritas en España desde 1998 hasta 2013**



## 4. Capítulo IV: Estado del arte

---

## 4. Estado del arte

Este capítulo pretende explicar el funcionamiento de las cajas de cambios, así como los principales tipos que existen en la actualidad.

Pero antes de nada, se debe saber que para que un vehículo se desplace, además de una fuente motriz que genere la energía suficiente para mover el vehículo, es necesario una serie de elementos encargados de transmitir esa energía. Los elementos son:

1. Embrague
2. Caja de cambios
3. Árboles de transmisión
4. Grupos diferenciales
5. Palieres
6. Bujes

A continuación se explicarán la caja de cambios y la pintura electrostática ya que son los elementos en los que se centra el proyecto.

### 4.1. Fundamentos teóricos de cajas de cambios

Las cajas de cambios son el elemento que se encarga de transformar el giro producido por un motor para obtener una fuerza determinada en las ruedas acorde a las necesidades del vehículo para una situación determinada.

Si el vehículo es de tracción delantera y tiene el motor también en la zona delantera, la caja de cambios se encuentra entre el motor y el grupo diferencial, mientras que si el vehículo es de motor delantero y tracción trasera, se encuentra entre el motor y el árbol de transmisión.

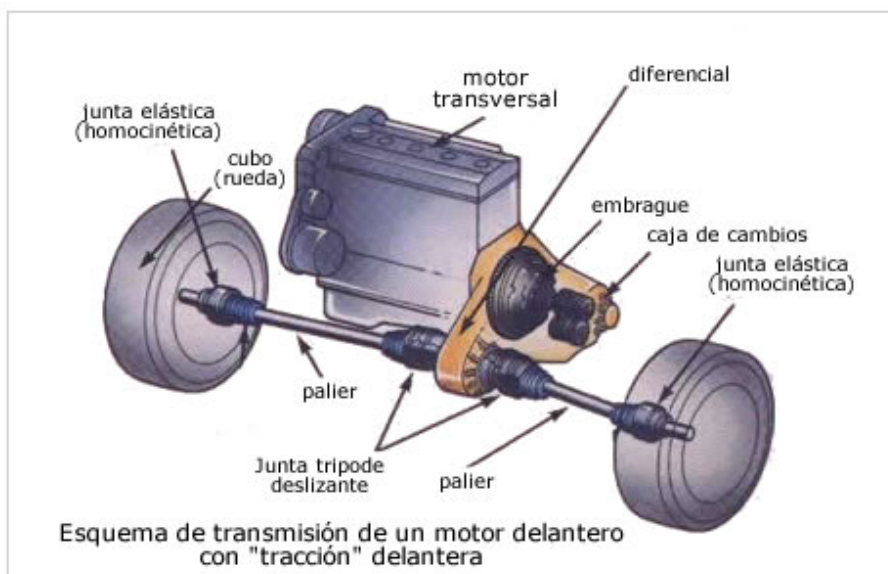


Figura 8: Esquema de transmisión de un motor delantero con tracción delantera

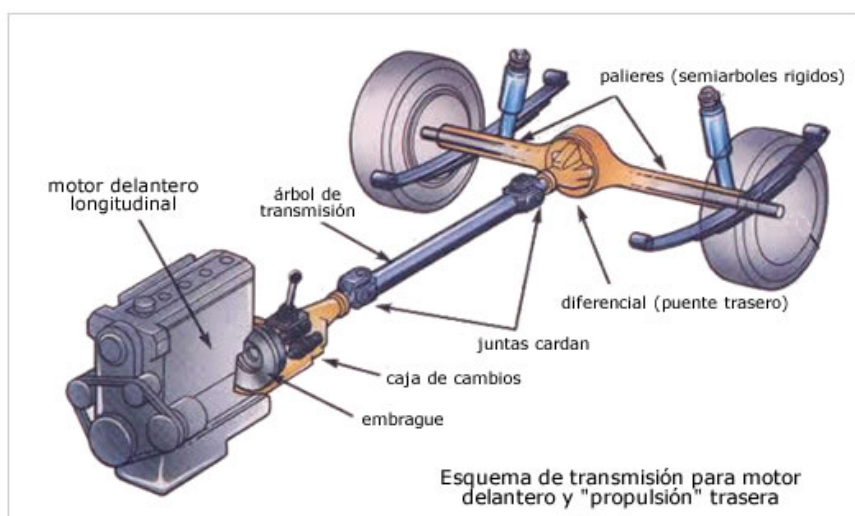


Figura 9: Esquema de transmisión para un motor delantero con propulsión trasera

Las principales funciones de la caja de cambios son las siguientes:

- Aumentar la fuerza que se transmite a las ruedas procedente del motor para vencer el posible aumento del par resistente (carga, pendientes, etc.)
- Conseguir que el motor funcione a pleno rendimiento, es decir, que el par y la potencia sean máximas.
- Interrumpir la transmisión de la fuerza procedente del motor a las ruedas sin necesidad de detener el motor o de utilizar el embrague (posición de punto muerto).
- Invertir el giro de la potencia procedente del motor para posibilitar que el vehículo se desplace en sentido opuesto.

Las cajas de cambio proporcionan las diferentes relaciones de engranes, de tal manera que para una misma velocidad de giro del cigüeñal del motor, la caja de cambios es capaz de transmitir diferentes velocidades de giro a las ruedas. El resultado de esta conversión es la disminución de la velocidad de giro en las ruedas con respecto al motor y el aumento en la misma proporción del par del motor.

$$P = M \cdot \omega$$

$$\text{Siendo } \begin{cases} \mathbf{P} \text{ la potencia en } W \\ \mathbf{M} \text{ el par motor en } Nm \\ \boldsymbol{\omega} \text{ la velocidad angular en } rad/s \end{cases}$$

La caja de cambios va acoplada al volante de inercia del motor del que recibe el movimiento a través del embrague, en transmisiones manuales, o a través del convertidor de par, en transmisiones automáticas. A la caja de cambios van también acoplados el resto de los elementos del sistema de transmisión.

Para que la caja de cambios pueda invertir el giro procedente del motor, y así realizar la marcha atrás, incorpora un piñón entre los ejes intermedio y secundario. Gracias a este piñón se consigue invertir el sentido de giro del eje de salida.

Todos los ejes que forman la caja de transmisiones se apoyan por medio de cojinetes o rodamientos en la carcasa de la caja de cambios. La lubricación es fundamental para el correcto funcionamiento de la caja de transmisiones y se realiza por: barboteo, mixto, a presión o a presión total.

## 4.2. Tipos de cajas de cambios

En la actualidad existen dos tipos de cajas de cambios, automáticas y manuales, pero ambas con diferentes variantes pero en esencia se pueden resumir en las dos antes mencionadas. A continuación se van a explicar los principios básicos de cada una de ellas.

### 4.2.1. Cajas de cambios manuales

Se denominan cajas mecánicas a aquellas que están formadas por unos elementos mecánicos (engranajes, ejes, rodamientos...) soportados por unos elementos estructurales (carcasa y mandos). En este tipo de cajas de cambio es el conductor el encargado de seleccionar en cada momento la relación de velocidades que necesita en vehículo para realizar el trabajo. Esta selección se realiza a través de un mando mecánico que puede estar automatizado.

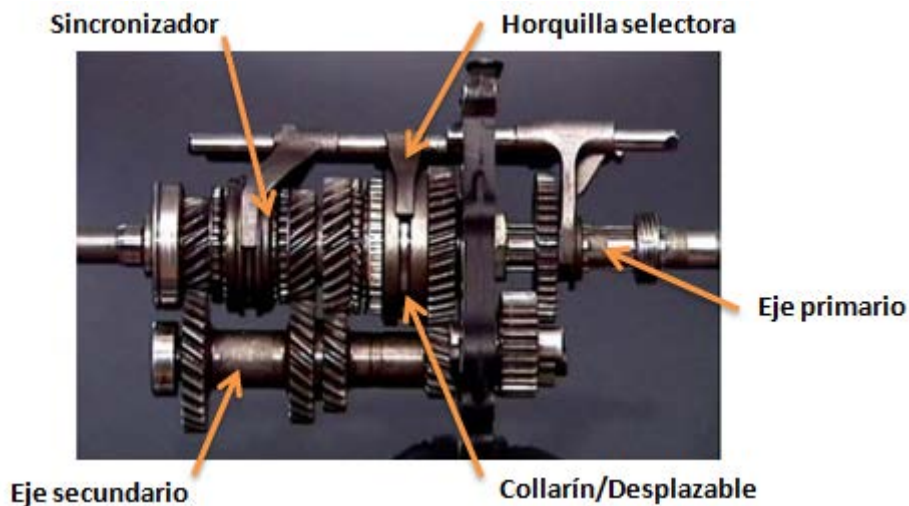
Existen cajas de cambios de dos o tres ejes, pero las más utilizadas son las de dos ejes, las cuales están formadas por:

- Un eje primario, el cual recibe el movimiento procedente del disco de embrague. Este eje tiene una serie de piñones que están unidos solidariamente a él. El número de piñones que componen el eje primario es el mismo que el de velocidades que tenga el vehículo. El diámetro y el número de dientes que tenga cada piñón será mayor cuanto mayor sea la velocidad.
- Un eje secundario, el cual se unirá con el piñón de ataque o con el árbol de transmisión, en función de dónde se ubique el motor y la tracción que tenga el vehículo. Este eje se compone de una serie de piñones que no son solidarios a



él, es decir, que giran libremente. En este caso, el diámetro y el número de dientes será menor conforme la velocidad sea menor. Estos piñones tienen la peculiaridad de que incorporan un dentado extra en la periferia para poder realizar el acoplamiento del desplazable, manguito o collarín.

- Un conjunto de sincronización para cada dos velocidades, excepto la última velocidad que tendrá el suyo propio. Cada conjunto consta de un buje solidario al eje secundario, un collarín solidario al buje, un sistema de fijación y dos anillos de sincronización, uno para cada velocidad.
- Un sistema de seguridad que evitará que se seleccionen dos velocidades a la vez.
- Un sistema de enclavamiento que se encargará de evitar que se salgan las velocidades una vez seleccionadas debido a las vibraciones del sistema.
- Un eje para la marcha atrás con su respectivo piñón.
- Una serie de horquillas y ejes para mover los collarines del conjunto de sincronización.



**Figura 10: Elementos de una caja de cambios manual**

### Funcionamiento básico:

Los piñones del eje primario y del secundario están engranados por parejas, engranando el piñón más pequeño del eje primario con el más grande del secundario y así hasta completar todos los pares de piñones que componen la caja de cambios. De esta manera, cuando gira el eje primario giran todos los piñones del primario, ya que están unidos solidariamente, y los del secundario, aunque estos últimos al no estar solidarios al eje secundario, no transmiten movimiento.

Para insertar una marcha, se desplaza el collarín del sincronizador en dirección al piñón de la velocidad seleccionada para que de esta manera el piñón del secundario sea solidario al él. Una vez realizada esta operación, la velocidad que llega al piñón del primario, se transmite al eje secundario con la desmultiplicación resultante de dividir el número de dientes del piñón primario entre el número de dientes del piñón secundario.

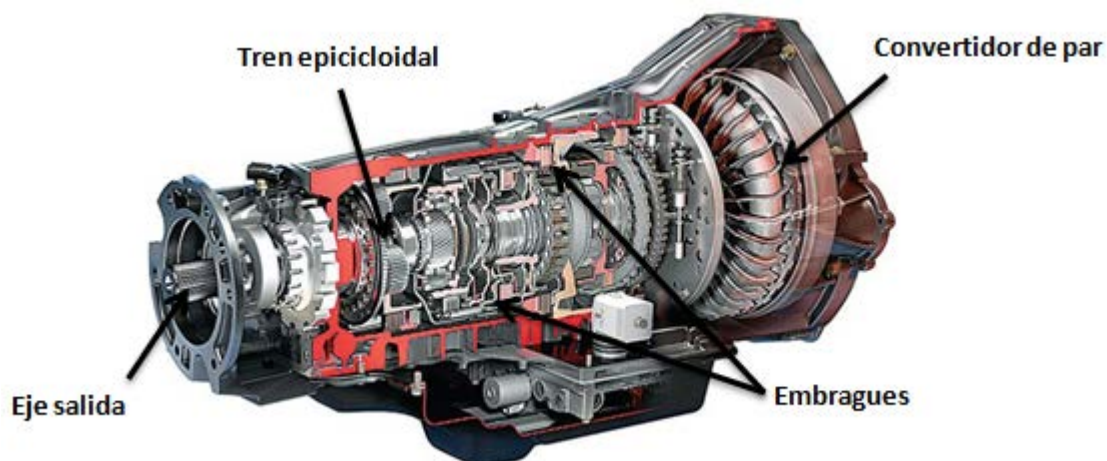
Al insertar una velocidad cuando el vehículo se está desplazando, al estar el secundario solidario con las ruedas a través de los elementos de la transmisión y el conjunto de sincronizador solidario al secundario, éste gira con el eje y se puede producir un sonido desagradable al intentar insertar una velocidad. Para evitar este inconveniente, se colocan unos anillos de sincronización cónicos capaces de igualar la velocidad del piñón que se vaya a insertar con la del desplazable.

La caja de cambios se lubrica con aceite de alto índice de viscosidad, conocido con el nombre de valvulina. Este aceite puede ser del tipo monogrado o multigrado dependiendo del fabricante.

### 4.2.2. Cajas de cambios automáticas

Las cajas de cambios automáticas se encargan de modificar las desmultiplicaciones del motor en función de las necesidades de marcha, es decir, no es necesario estar cambiando de marcha conforme el vehículo adquiere mayor velocidad.

En este caso, la caja de cambios se compone de trenes epicicloidales en serie o en paralelo para conformar las diferentes relaciones de transmisión. Para que se realice la conexión entre el motor y la propia caja de cambios, se utiliza un convertidor de par en vez del tradicional embrague, pese a que su cometido es el mismo.



**Figura 11: Elementos de una caja de cambios automática**

Dentro de las cajas de cambios automáticas se pueden distinguir dos posibilidades de cambio:

- Cambio automático: Sistema que permite variar la relación de transmisión de forma automática sin necesitar ninguna actuación por parte del conductor sobre la caja de cambios ni tampoco sobre el convertidor de par.
- Cambio secuencial: Una caja de cambios se denomina secuencial cuando la selección de las velocidades tiene que seguir una secuencia determinada (de una en una tanto para subir como para bajar). La palanca selectora tiene un movimiento longitudinal hacia delante (reducir) o hacia atrás (ascender). Este cambio permite un accionamiento más rápido y preciso al evitarse los largos recorridos y las imprecisiones de una palanca normal en “H”.

### 4.3. Fundamentos teóricos de pintura electrostática

La pintura en polvo es una solución económica para el revestimiento de una gran variedad de productos, sobretodo de uso industrial. Además el acabado que se consigue con este tipo de pintura es duradero, de una alta resistencia y tiene un impacto sobre el medio ambiente muy leve.

El uso de este tipo de pintura se está extendiendo cada vez más a diferentes sectores y el motivo fundamental es la gran cantidad de ventajas que ofrece:

- Ausencia de compuestos orgánicos volátiles.
- Genera pocos residuos.
- No necesita disolventes para su disolución.
- No es inflamable.
- Reduce el costo de seguros.
- Reduce el área de depósito.
- Excelente reciclaje del polvo, como mucho se genera un 5% de pérdida en el proceso.
- Reduce los riesgos para la salud.
- El proceso es independiente de la humedad y la temperatura del aire.
- Aumento de la productividad con reducción de tiempo de proceso.
- Elevada resistencia física y química dentro de las especificaciones del cliente.
- Reducción del espesor de la capa preservando la integridad del producto pintado.

a) Composición de las pinturas en polvo.

La composición del polvo de la pintura principalmente se compone de resina, pigmentos, agentes de cura y aditivos; pero cada fabricante tiene su propia fórmula en la que los porcentajes de cada componente varía.

- Resinas: es el principal vehículo que delimita las cualidades básicas del rendimientos.
- Pigmentos: definen los colores y los efectos que tendrá la superficie que se desea pintar. También contienen las propiedades metálicas para poder cargar el polvo con la carga eléctrica necesaria en este tipo de pintura.
- Agentes de cura: reaccionan con la resina para formar una película continua.
- Aditivos: se utilizan para optimizar las cualidades y los efectos de la película y que el acabado sea el deseado.

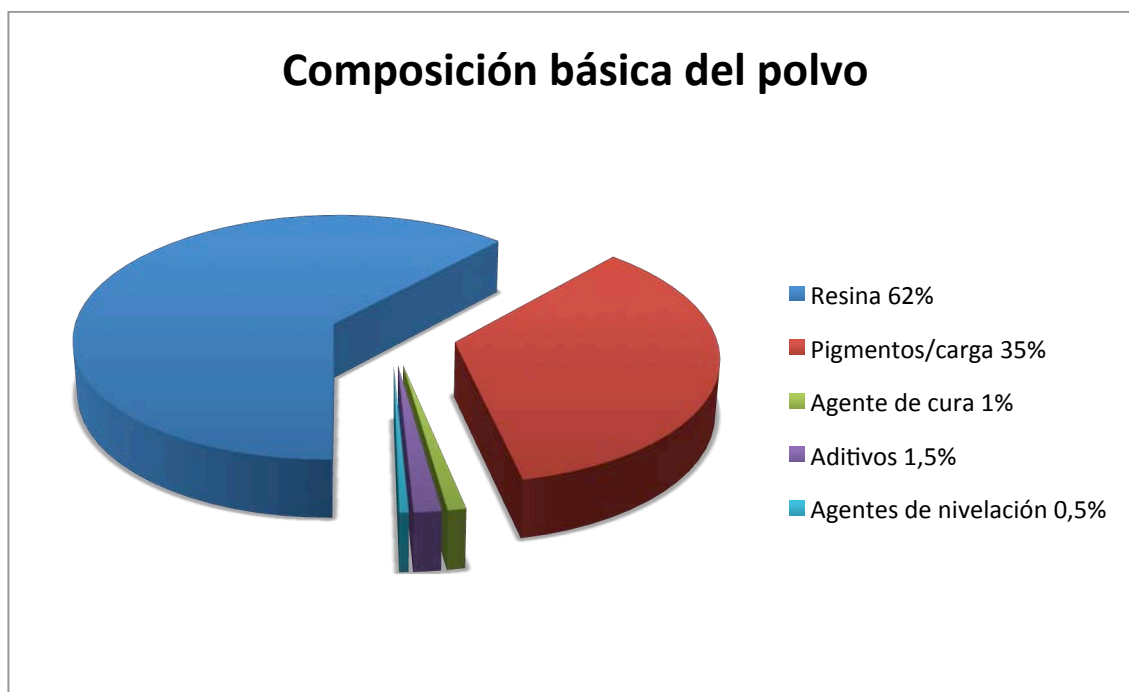


Figura 12: Composición básica del polvo de pintura electrostática

b) Fabricación de las pinturas en polvo.

El proceso de fabricación del polvo también depende del fabricante pero este podría ser un ejemplo básico de la fabricación.

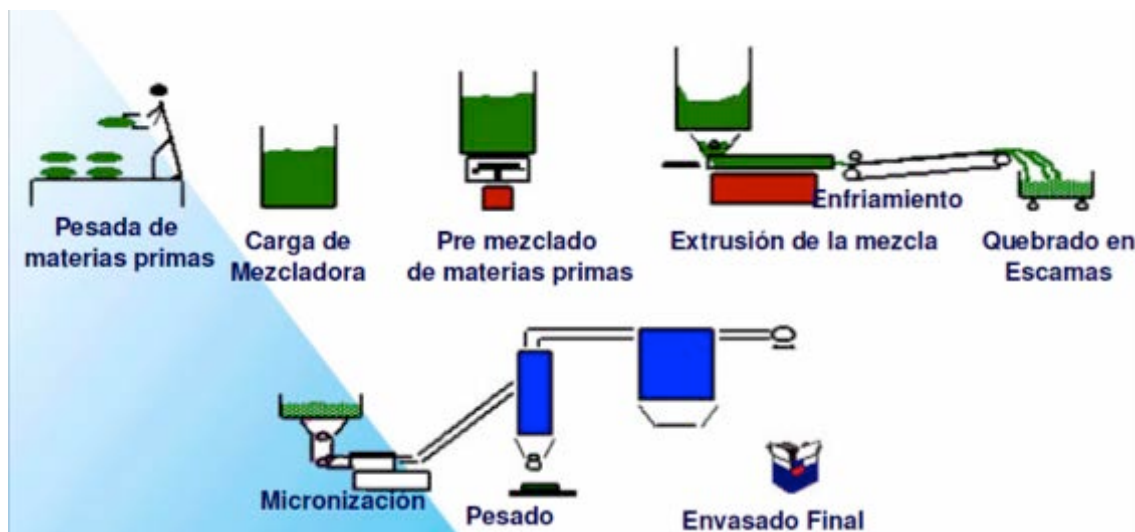


Figura 13: Esquema de la fabricación del polvo de la pintura electrostática

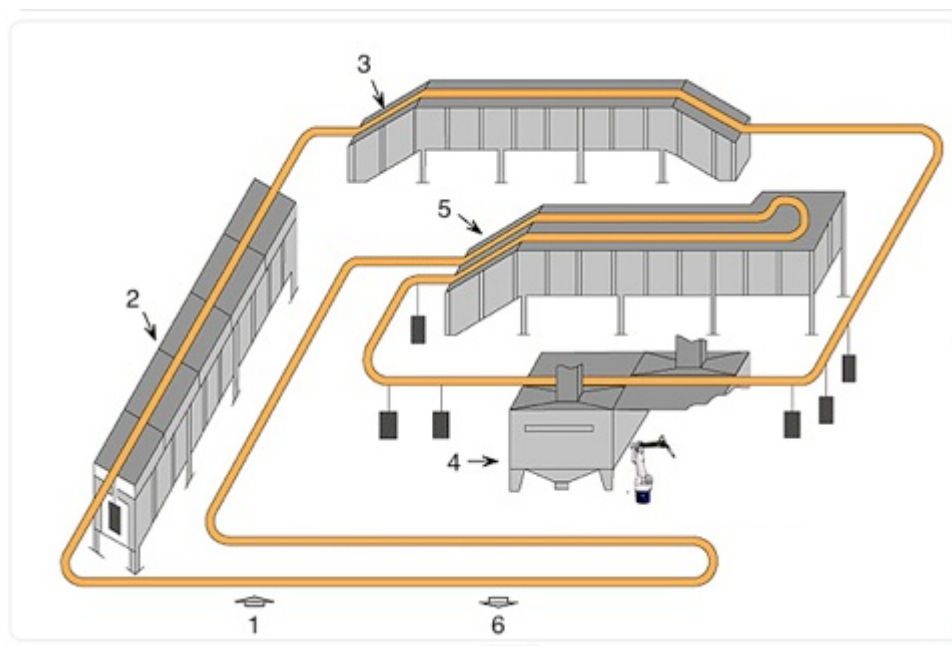
c) Proceso de pintura electrostática.

El principio en el que se basa este sistema de pintado es el mismo que el de los imanes, en el que las cargas opuestas se atraen. Para poder aplicar este concepto se necesita que haya unas cargas negativas y otras positivas. En este caso las partículas con carga negativa será el polvo de la pintura y la superficie que se desea pintar tendrá carga positiva. Para conseguir esta carga, la pintura en polvo es transportada por unas mangueras en las que a través de un sistema de aire comprimido llegará a las pistolas de aplicación. En estas pistolas se les aplicará la carga eléctrica, de hasta 90.000 V en algunos casos y un bajo amperaje para eliminar un posible choque eléctrico, quedando de esta manera cargadas negativamente. La superficie tendrá carga positiva al estar conectada a tierra y atraerá por tanto a las partículas negativas que saldrán de la pistola.

Antes de la aplicación de la pintura en polvo con la pistola, las piezas reciben un tratamiento de limpieza y desengrasado, que es imprescindible para que la fijación de la pintura sea correcta y el acabado sea el deseado.

Una vez que se ha limpiado y secado la pieza, se aplica la pintura en la pieza, pero esta aun no se ha adherido de manera constante, necesita de un curado posterior para que se produzca una reacción química y la pieza quede pintada. Este curado se realiza en un horno en el que la pieza es introducida durante un tiempo concreto y a una temperatura concreta. En este tiempo la resina se cura y la pieza recibe su textura y color deseada.

d) Instalación típica de pintura electrostática.



**Figura 14: Esquema de una instalación de pintura electrostática**

Las piezas que se quieren pintar son cargadas en el punto 1. Circulan hasta el punto 2 donde se les aplica un tratamiento de limpieza y desengrasado para que la pintura se adhiera correctamente. En el punto 3 se les aplica un secado para que no



tengan restos del proceso de limpieza anterior. Irán hasta el punto 4 donde en la cabina de pintura los robots se encargarán de aplicarles la pintura electrostática y será en esta misma parte donde la pintura sobrante se reciclará para volver a utilizarla posteriormente. En el punto 5 llegan las piezas al horno, donde estarán un tiempo concreto y a una temperatura controlada. Una vez que se han secado las piezas, circulan hasta el punto 6 donde serán descargadas una vez que se han enfriado.





## 5. Capítulo V: Caja de transmisión Main PTO

---

## 5. Caja de transmisión *Main PTO*

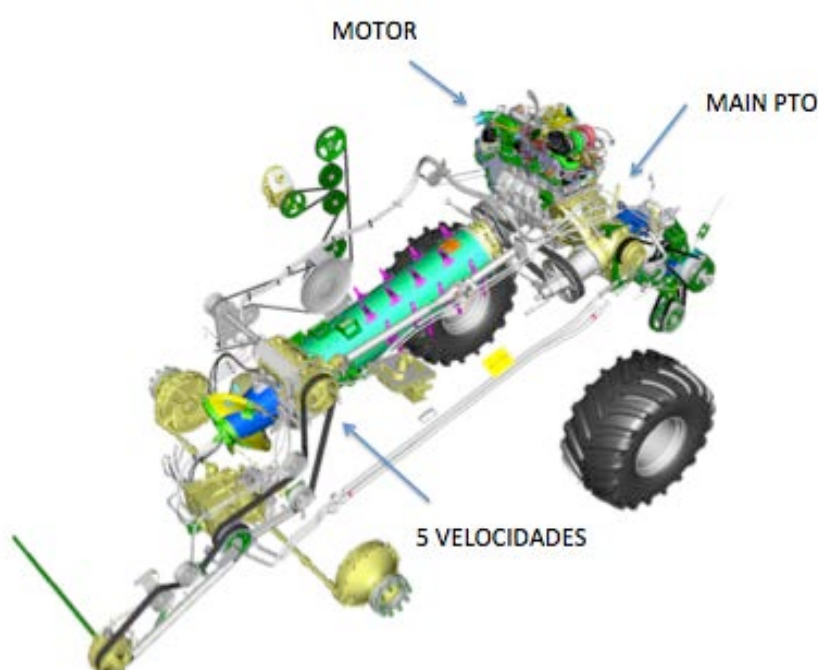
Este capítulo pretende describir la caja de cambios Main PTO. Se describen las características físicas, mecánicas y funcionales de la misma. Además, se describe el proceso de ensamblaje de los premontajes y conjuntos principales que tienen lugar en la minifábrica de cajas pesadas.



Figura 15: Modelo Caja Main PTO

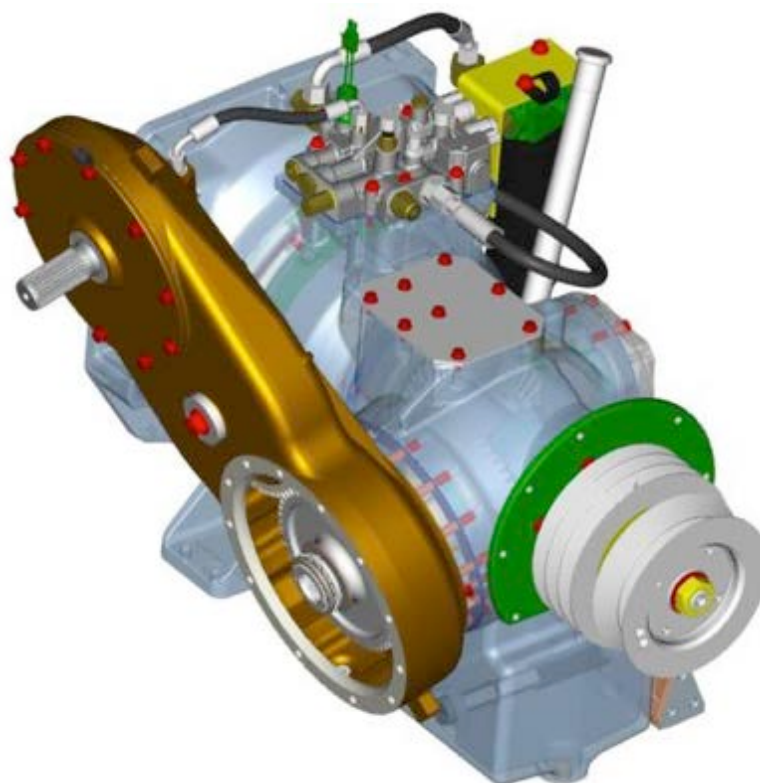
## 5.1. Descripción

La caja de transmisión Main PTO (Main Power Take-off) se encarga de repartir la potencia generada en el motor hacia los distintos mecanismos de la cosechadora. La caja va acoplada directamente al motor y se sitúa en la parte trasera de la cosechadora como se ve en la figura 16.



**Figura 16: Ubicación de la caja Main PTO en la cosechadora**

La caja de transmisión tiene un peso aproximado de 300 kg. Es automática y dispone de un cuerpo de válvulas que acciona diferentes mecanismos para seleccionar la relación de velocidades requerida en un momento dado. Actualmente existen dos modelos de Main PTO que se fabrican en JDISA dependiendo de si la cosechadora es de gama alta o no. Si la cosechadora es de gama alta incorporará la Caja 5 Velocidades y por tanto la Main PTO que la acciona es el modelo “con Transfer”.



**Figura 17: Modelo Main PTO con transfer**

El modelo “sin Transfer” se monta en cosechadoras que llevan Jack Shaft en vez de Caja 5 Velocidades.

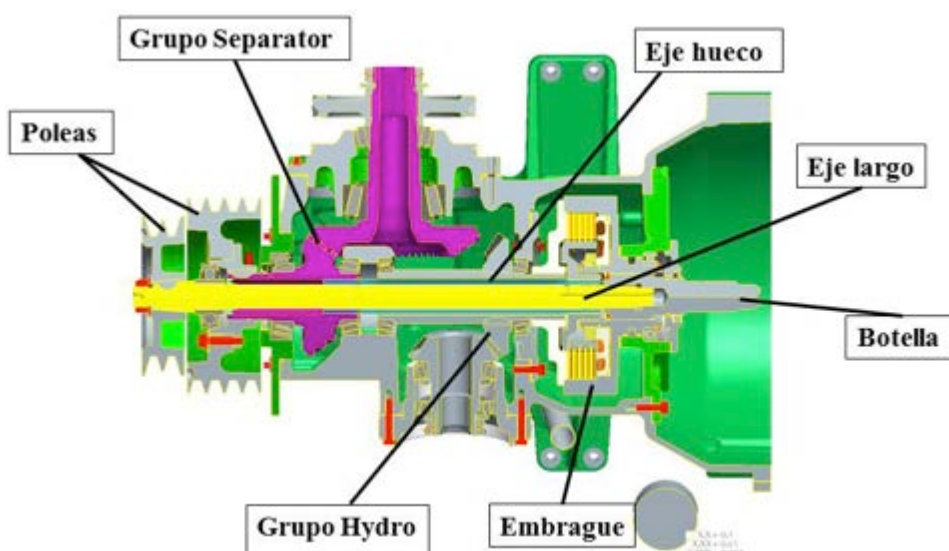
## 5.2. Funcionamiento

Como se ha explicado en el punto anterior, la Main PTO se encarga de transmitir la potencia generada por el motor a las diferentes partes mecánicas de la cosechadora. A continuación se van a explicar los diferentes componentes mecánicos de la caja y la labor que desempeñan cada uno de ellos.

La caja de transmisión Main PTO está compuesta por los siguientes elementos:

- Botella
- Embrague
- Eje largo
- Eje hueco
- Grupo hydro
- Grupo separator
- Transfer (sólo en algunos modelos)
- Poleas
- Cuerpo de válvulas

En la figura 18 se muestra un corte de la caja en donde se puede ver la distribución de los componentes más importantes en el interior de la carcasa de la caja.

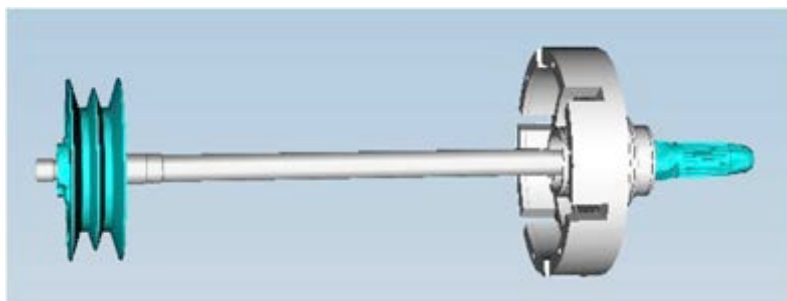


**Figura 18: Componentes principales de la Caja Main PTO**

La salida del motor de la cosechadora, a unas 2100 rpm, se conecta a la botella a través de la campana que tiene la carcasa de la caja. El eje largo gira solidario a la botella, la tapa del embrague está unida al grupo Hydro y a la polea pequeña. A parte de este primer grupo de elementos hay un segundo grupo que se accionan cuando el embrague está en posición embragado. Este segundo grupo se compone de el eje hueco que gira solidario a la polea grande y al grupo Separator y este, a su vez, se une a la Transfer.

Una vez que se ha explicado cómo llega el movimiento a los diferentes componentes de la caja, se va a explicar la función que realizan cada una de las salidas que tiene la caja.

- La polea pequeña acciona el sistema de descarga del tanque de almacenamiento del grano hacia el vehículo correspondiente encargado de almacenar el grano. Su velocidad de giro es de 2100 rpm.



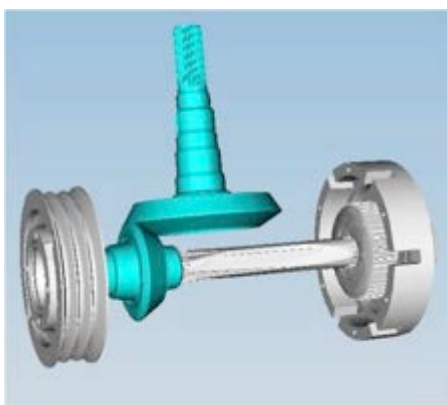
**Figura 19: Polea pequeña**

- La polea grande acciona el sistema de eliminación de residuos de la cosechadora. Expulsa los desperdicios por la parte trasera tales como la paja. Su velocidad de giro es de 2100 rpm.



**Figura 20: Sistema de expulsión de residuos de la cosechadora**

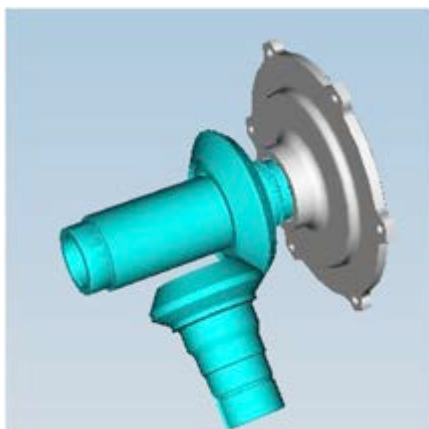
- El Separator acciona la caja 2 velocidades que mueve el cilindro encargado de la separación del grano de la paja en el interior de la cosechadora una vez que se ha producido el corte de la planta. La velocidad de giro del Separator es de 1455 rpm.



**Figura 21: Grupo Separator y polea grande**



- El Hydro se encarga de mover el fluido hidráulico que posteriormente pasa por la bomba en la que se elevará la presión del fluido para que entre en funcionamiento el motor hidráulico que está conectado al eje de entrada de la caja Prodrive que transmitirá la potencia a las ruedas de la cosechadora. La velocidad de giro del Hydro es de 2955 rpm.



**Figura 22: Grupo Hydro**

- La transfer está formada por dos ruedas dentadas que se unen al Separator, encargado de transmitirle la potencia. La finalidad de la transfer es transmitir la potencia del Separator a la altura a la que se ubica la caja de 5 velocidades, la cual se encarga de adaptar la velocidad de corte del peine de la cosechadora en función de las condiciones del terreno y del cereal cosechado. La velocidad de giro de la Transfer es de 1455 rpm.



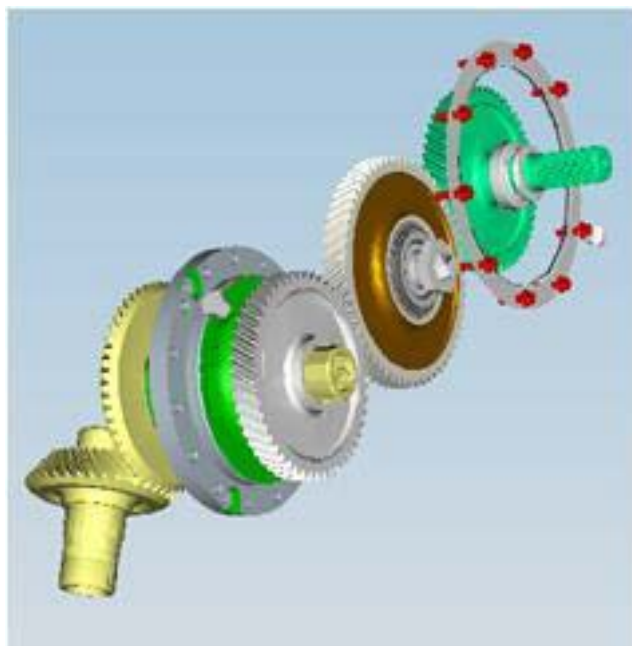
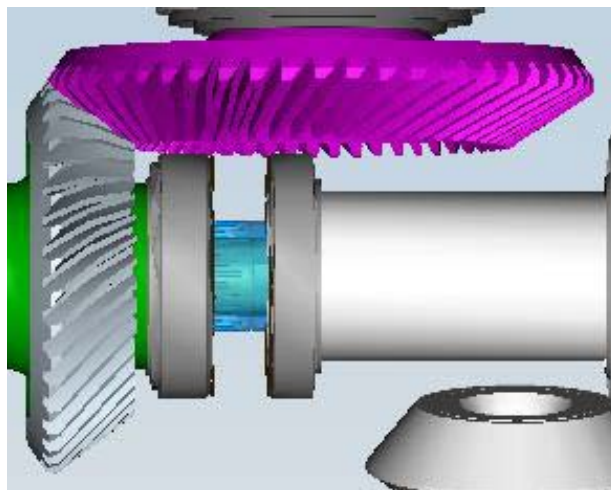


Figura 23: Grupo Transfer

### 5.3. Componentes mecánicos principales

- Engranajes cónicos helicoidales:

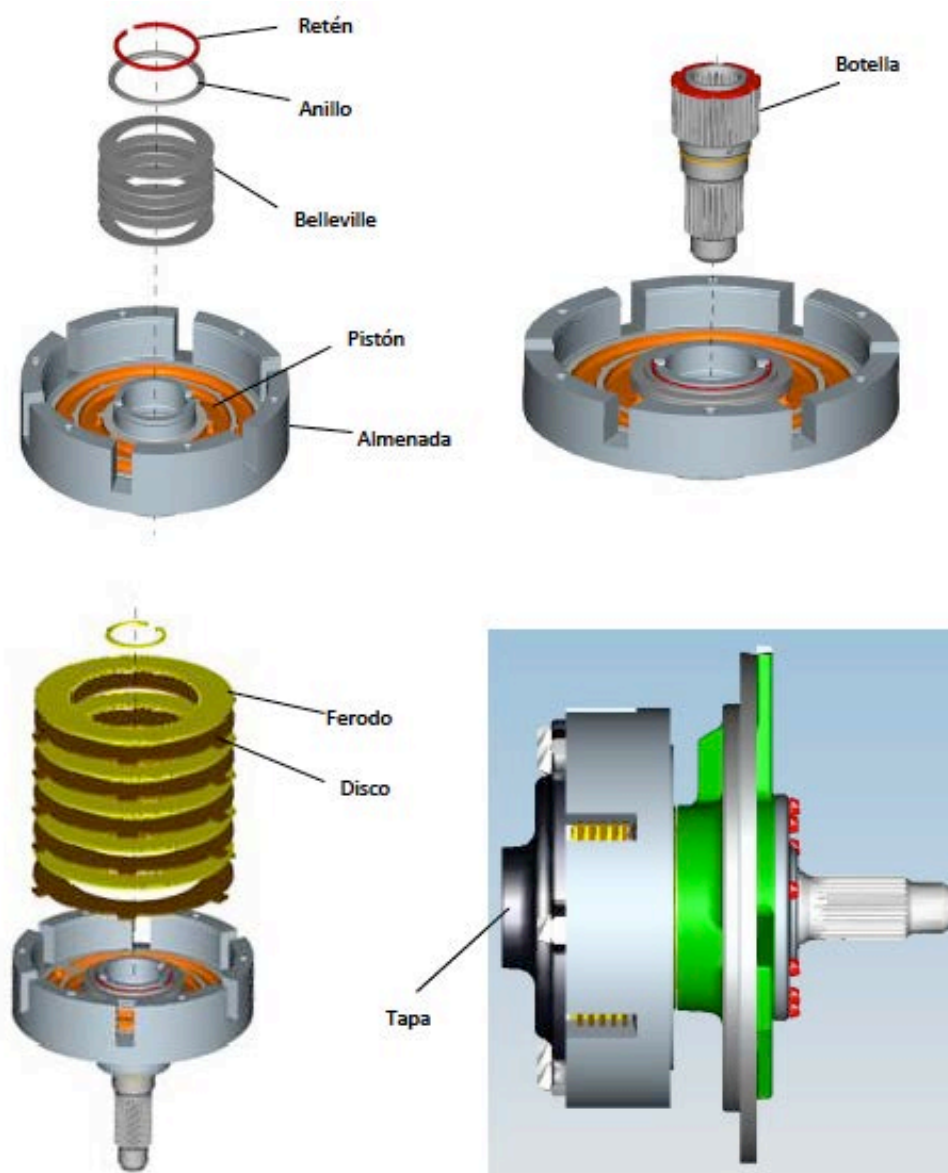
Para la fabricación de esta caja se emplean dos parejas de engranajes cónicos helicoidales. Uno de ellos en el grupo Hydro y el otro en el grupo Separator, La principal razón por la que se emplean es que con este tipo de engranajes se consigue transmitir la velocidad en dos ejes perpendiculares entre sí. Gracias al dentado helicoidal se obtiene una mayor superficie de contacto diente-diente empezando el movimiento por un extremo del mismo y progresando hacia el otro. Esta geometría también hace que haya al mismo tiempo varias parejas de dientes en contacto, con esto se consigue que la transmisión del movimiento sea muy suave y se reduzcan los ruidos y las vibraciones.



**Figura 24: Par de engranajes cónicos helicoidales del grupo Separator**

- Embrague:

En esta caja de transmisiones es fundamental la existencia de un embrague para que puedan funcionar varios elementos de la cosechadora. Como se explicó en el apartado “5.2 Funcionamiento”, el embrague se encarga de conectar y desconectar el giro de la polea grande, del Separator y de la Transfer.



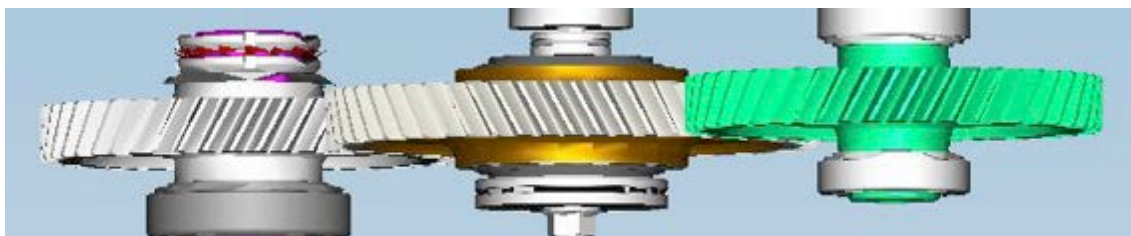
**Figura 25: Despiece del embrague de la MAIN PTO**

El motor hace girar la almenada la tapa y la botella; y por otro lado los forros de fricción se unen al eje hueco. Una vez que el pistón ejerce presión sobre los forros, los empuja hasta que entran en contacto con la tapa, alcanzándose de esta manera la posición de embragado. De esta manera cuando el embrague está en posición de embragado se accionan el Separator y la polea.

Las arandelas bellevilles se encargan de hacer la función de resorte para que se pueda recuperar la posición de desembague. Los anillos elásticos se encargan de limitar el desplazamiento del conjunto de discos y ferodos.

- Engranajes cilíndricos de dientes helicoidales

En la caja de transmisiones Main PTO se encuentran este tipo de engranajes en la Transfer. Se encargan de transmitir el movimiento desde el Separator a la Transfer. Este sistema permite transmitir más potencia, mayores velocidades y suelen ser más duraderos que los de dientes rectos.



**Figura 26: Engranajes cilíndricos con dentado helicoidal de la Transfer**



## 6. Capítulo VI: Situación inicial de la línea de pintura y embalaje

---

## 6. Situación inicial de la línea de pintura y embalaje

Este capítulo pretende explicar el primer cambio que vivió la línea de pintura y embalaje, previo a la realización de la beca, y la situación de la línea al comienzo de la beca.

A lo largo del capítulo se describirá la transformación que vivió la línea pasando a ser prácticamente automática y cuál era el proceso que se seguía para pintar y embalar la caja de transmisiones Main PTO.

### 6.1. Situación de la línea previa a la automatización.

La línea de pintura inicial que existía en la factoría era muy básica. Los operarios transportaban las cajas que salían de los bancos de rodadura a la zona de la línea de pintura en *palets* con carretillas y las dejaban en filas para que los operarios de pintura las colgasen y fuesen pasando de manera automática por el túnel de pintura. Tras la pintura y el secado, las cajas se trasladaban a la zona de embalaje para que se embalsen y se enviasen al cliente posteriormente.

A continuación se puede observar algunas imágenes de cómo era la línea de pintura y embalaje previa.



**Figura 27: Pasillo con Main PTO almacenadas para ser llevadas a pintura**



**Figura 28: Zona de colgado de las cajas para ser llevadas al túnel de pintura por los carros aéreos**





Figura 29: Entrada túnel de pintura



Figura 30: Zona interior del túnel





**Figura 31: Salida del túnel**

Este proceso se modificó y se realizó una inversión en tecnología para que se automatizara todo el proceso mucho más y se consiguiese un proceso de pintado y embalado que cumpliera los requerimientos de calidad y seguridad oportunos.

## **6.2. Nueva línea de pintura y embalajes**

En este apartado se va a describir la nueva línea de pintura del departamento de Cajas Pesadas de la factoría de *John Deere* Ibérica.

El nuevo *layout* de la instalación de pintura permite una distribución ordenada. En la nueva instalación se distinguen varias zonas diferenciadas y todas ellas están conectadas entre sí por el sistema de transporte de carrusel, explicado en el capítulo 7, para evitar los traslados de material con carretillas, lo que supondría un aumento de los tiempos de fabricación.

Se distinguen 9 partes a lo largo de la instalación. A continuación se explicarán y se detallará cuáles son los procesos que se llevan a cabo en cada uno de ellos.

- Zona de carga: En esta zona se cargan las cajas que ya se han rodado en los bancos de pruebas. Existe una zona de carga para cada una de las líneas de montaje y todas ellas están unidas por el sistema de carrusel. Es en este punto cuando se les coloca a las cajas el gancho diseñado para que sean colgadas de los carros y se les ponen las protecciones necesarias para evitar la entrada de agua en el interior de las cajas.



**Figura 32: Caja 3V colgada para ser llevada a lavar**

- Zona de lavado y secado: Para que la pintura se adhiera correctamente a la caja, es preciso realizar un proceso de lavado y desengrasado del material y un posterior secado. El proceso de lavado que se emplea en JDISA consiste en una lavado en 5 etapas. La etapa 1 es un desengrasado alcalino a una temperatura de 60°C, la etapa 2 un lavado con agua de red a temperatura ambiente, la etapa 3 un lavado con agua osmotizada a temperatura ambiente, la etapa 4 un tratamiento de conversión a temperatura ambiente y la etapa 5 un lavado con agua osmotizada a temperatura ambiente. Una vez que las cajas pasan por todas estas etapas, se las somete a una serie de chorros de aire caliente para secar los restos de líquidos que se pudieran haber quedado sobre la caja para que pasen secas a la zona de *masking*.
- Zona de Masking: En esta zona hay un operario que se encarga de recibir las cajas que llegan del secador. En ella se sopla y absorbe los posibles restos de agua que pueden quedar después de la zona de lavado. También se lleva a cabo un proceso de enmascarado de las cajas, que consiste en quitar las protecciones reutilizables que lleva la caja para evitar la entrada de agua y colocar en la caja las pegatinas y protecciones necesarias para que no se pinten ciertas zonas de la caja.
- Zona de pintura: En esta zona las cajas son pintadas por los robots de manera automática. Las cajas pasan por distintas salas dentro del túnel en las que los robots se encargan de ir pintándolas hasta que cubren toda la superficie. Es una zona cerrada al paso y que solo se puede acceder a ella para el mantenimiento y en caso de avería, para pintar de manera manual las cajas.
- Zona del horno: Una vez que las cajas han sido pintadas, necesitan un tiempo de curación de la pintura, para ello se llevan al horno que esta conectado con el túnel de pintura y justo encima de la zona de lavado. En el horno las cajas permanecen un tiempo y a una temperatura controlada para que los distintos componentes de la pintura en polvo reaccionen y se quede seca y perfecta la pintura.

- Zona de enfriamiento: Dado que las cajas cuando salen del horno están a una temperatura muy alta, se las hace pasar por un enfriador que sopla aire frío sobre las cajas para que el operario pueda manipular las cajas de manera segura.
- Zona de preparación: En esta zona se realizan las tareas propias de preparación de cada caja. Estas tareas consisten en quitar las protecciones, revisar si hay agua en la caja, colocar los cables que faltan, etc. Y es en este punto cuando se deja la caja lista para ser embalada.
- Zona de reproceso: En esta zona se realizan las operaciones necesarias para reprocesar las cajas que lo necesiten. En ocasiones se pintan zonas de la caja que no se deberían pintar, o se dañan sensores de la caja, o cualquier otro problema que impide que se pueda mandar la caja en esas condiciones al cliente; es entonces cuando se separa la caja de la línea y se reprocesa para posteriormente incorporarla a la línea de nuevo y embalarla.
- Zona de embalaje: Una vez que las cajas están listas, pasan a esta zona donde se cierra la bolsa antióxido, se colocan sobre un bastidores de madera y se meten en el rack correspondiente para ser enviadas al cliente.

### 6.2.1. Proceso de carga, *masking* y embalaje de la Main PTO inicial

El proceso de pintura y embalaje que se aplica a las cajas de transmisión que se fabrican en JDISA se divide en cuatro partes, de las cuales en tres de ellas realizan operaciones los operarios. Estas tres partes son la carga, el *masking* y el embalaje. A continuación se va a explicar detalladamente lo que se realiza en cada una de las fases.

Como el estudio de pintura y embalaje se está realizando sobre la caja Main PTO, los pasos que se explican a continuación son los que se realizan sobre esta caja, pero cabe destacar que para cada caja de transmisiones que se fabrica se aplican unos pasos diferentes.

a) Carga:

Se consideran operaciones de carga todas aquellas que se realizan sobre la caja desde el momento que sale del banco de rodadura hasta que se cuelga en los carros para que pase a la zona de lavado.

Cuando la caja ha sido rodada y el resultado de las pruebas es el deseado, la caja se considera OK y puede pasar a ser pintada.

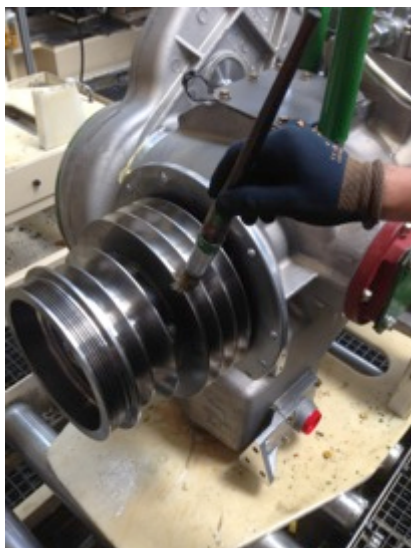
El banquero deja la caja en el camino de rodillos sobre un bastidor y es en este momento cuando el operario de pintura realiza las primeras operaciones de carga de la caja.



Figura 33: Main PTO sobre bastidor en zona de carga



El operario comienza limpiando el exceso de grasa en la zona de la polea y en la unión del transfer con la carcasa de la caja, para ello emplea un pincel con disolvente.



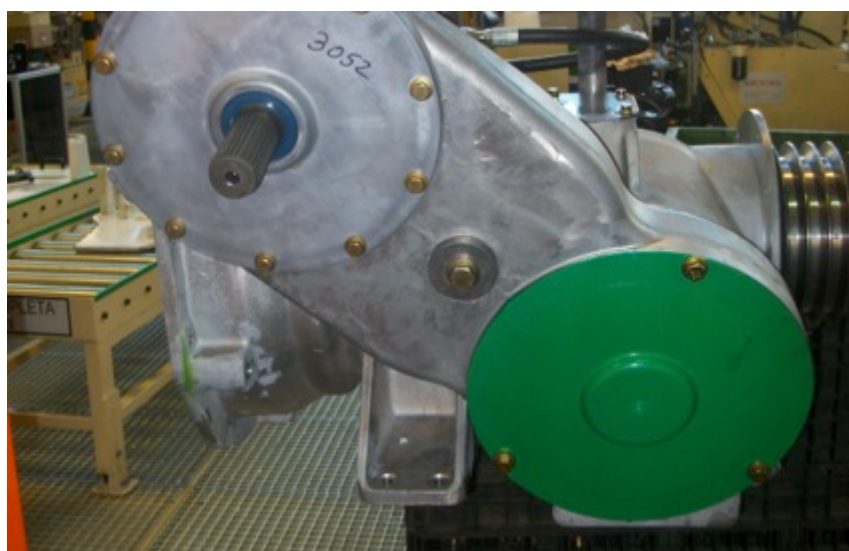
**Figura 34: Limpieza de grasa en polea y transfer**

A continuación tapa todos los racores que hay en el cuerpo de válvulas, zona superior de la caja, con tapones amarillos.



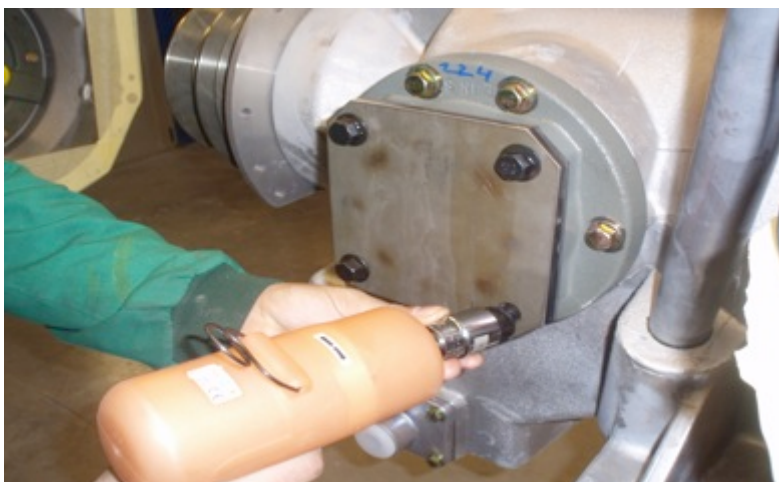
**Figura 35: Cuerpo de válvulas con los racores tapados con tapones amarillos**

Una vez que se ha realizado esta operación, el operario toma la tapa verde de la transfer y tres tornillos. Se colocará con la pistola neumática los tres tornillos y se dejará de esta manera la transfer tapada.



**Figura 36: Transfer con la tapa verde protectora**

El operario toma 4 tornillos, la tapa del hydro y una junta de la medida indicada que colocará en el hydro con una pistola para evitar la entrada de agua en la caja durante el proceso de lavado.



**Figura 37: Colocación de la tapa del hydro en la carga**

A continuación se toma el gancho de esta caja, que ha sido diseñado específicamente para la Main PTO, y lo atornilla con la pistola en la zona superior de la caja.



**Figura 38: Operario colocando gancho en la caja**



Con el polipasto que hay en el puesto cuelga la caja sobre el carro.



**Figura 39: Operario colgando caja en el carro de transporte**



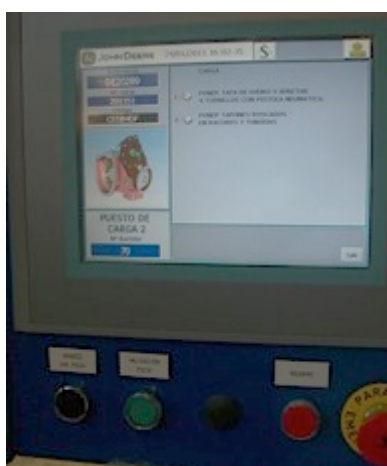
**Figura 40: Main PTO colgada en el carro a la espera de ser enviada a lavar**

Se lleva un registro de todas las cajas que se envían a pintura a través de trazabilidad, para ellos se lee con una pistola de código de barras la chapa característica de la caja y se registra en el ordenador.



**Figura 41: Lectura de la chapa característica de la caja**

Por último se valida en la pantalla de trazabilidad que se han realizado todas las tareas propias del puesto de trabajo. Una vez que el operario realiza la validación puede pulsar el botón que libera la caja y esta sale automáticamente hacia el lavadero.



**Figura 42: Pantalla de validación**

b) Masking:

Una vez que las piezas han sido lavadas para quitar la grasa que se acumula sobre ellas en el proceso de fabricación y de rodadura, se secan y llegan al puesto de masking o enmascarado. Este puesto es de gran importancia, ya que se debe proteger todo aquello de la caja que no se desee pintar. Esto incluye sensores, mecanizados, electroválvulas, etc.

Nada más llegar al puesto, el operario realiza una primera inspección de la pieza analizando si quedan restos de agua en la superficie y toma una pistola de aire comprimido para soplar los restos de agua que se alojan en las pequeñas cavidades de la pieza.



**Figura 43: Pistola de aire que se emplea en el *masking***

Una vez secada por completo, se toma una pistola neumática y se retiran los 4 tornillos del hydro y con ellos la tapa metálica y la tapeta. Tanto la tapa como los tornillos se depositan en un carro para reutilizarlos posteriormente en otras cajas.



**Figura 44: Operario retirando la tapa del hydro**

De la misma manera, se retiran los tres tornillos que sujetan la tapa del transfer. Esta tapa y tornillos también se depositan en el carro para reservarlos para otra caja.



**Figura 45: Tapa del transfer antes de ser retirada**

Dado que la tapa del transfer no tiene una junta como ocurre con el hydro, entra agua por esta zona y es necesario retirarla antes de pintar para que no se oxide y dañe los componentes internos de la caja. Para ello, el operario toma un aspirador y retira el agua y aceite que se acumula en la parte inferior del transfer.



**Figura 46: Limpieza del transfer con aspirador**

Como se mencionaba al principio, es necesario proteger las zonas que no se desean pintar por ello se protege con cinta de carroceros la zona mecanizada de la campana de la caja y en una electroválvula, se colocan pegatinas en el chapa característica, en la zona del mecanizado del filtro, en el transfer y en el hydro y se colocan tapones protectores en los ejes de salida de la caja y en las electroválvulas del cuerpo de válvulas.





**Figura 47: Operario protegiendo la campana de la Main PTO**



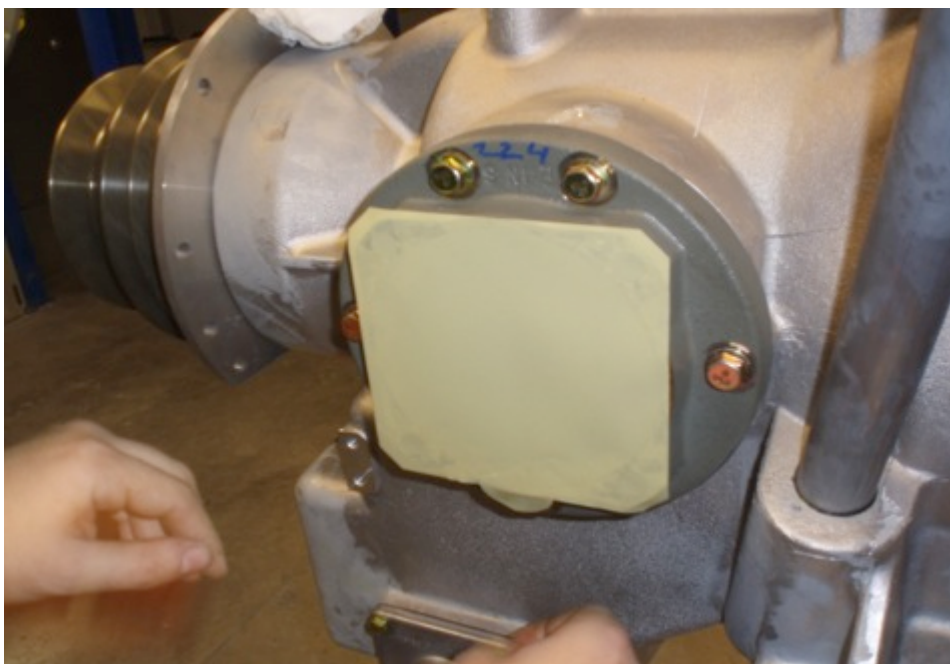
**Figura 48: Protección de electroválvula**



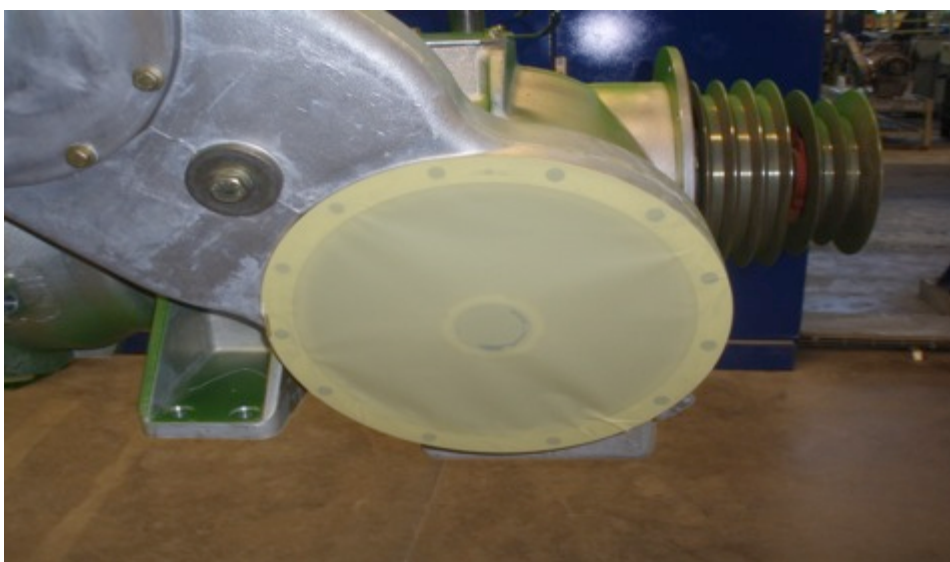
**Figura 49: Pegatina chapa característica**



**Figura 50: Pegatina mecanizado zona filtro**



**Figura 51: Pegatina hydro**



**Figura 52: Pegatina transfer**





**Figura 53: Tapones protectores de electroválvulas**



**Figura 54: Tapones protectores de los ejes de salida de la caja**

Una vez que se han colocado todas las protecciones, el operario lee la caja como en la zona de carga y valida la caja con trazabilidad. A continuación se pulsa el botón de liberar la caja para que el túnel de pintura lleve la caja a pintar.



**Figura 55: Pantalla de trazabilidad para validar la caja**

c) Embalaje:

Este es el último proceso que sufre la caja antes de ser enviada al cliente, por tanto es importante que los operarios se fijen de manera más precisa en los posibles defectos externos que pudieran existir en la caja.

Nada más salir del enfriador de horno, los operarios retiran todos los tapones, pegatinas y protecciones que se habían colocado en la caja en el masking, exceptuando la pegatina del hydro y del transfer que se envían al cliente con ellas puestas para evitar la posible entrada de suciedad en la caja. Las protecciones de papel y las pegatinas se tiran, pero los tapones se reutilizarán para otras cajas, por lo tanto se reservan en un bin.



**Figura 56: Caja sin protecciones**

Como es posible que en el cárter de la caja se haya introducido agua en el proceso de lavado, hay que revisarlo. Para ello se retira el tapón del cárter en la parte inferior de la caja y se vacía el aceite y agua que quedase en el interior. A continuación se coloca el tapón de nuevo y se aprieta con una llave dinamométrica a 50 Nm. Para que quede perfecto, se aplica pintura verde con un spray y de esta manera se eliminan las posibles marcas dejadas por la llave sobre el tapón.



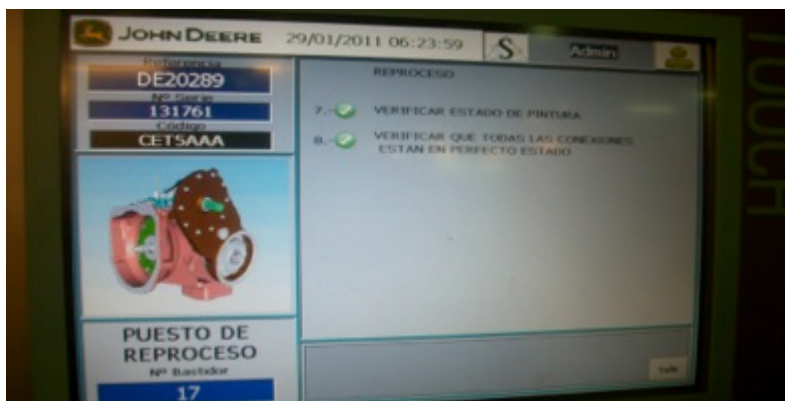
**Figura 57: Operario retirando el tapón del cárter**



**Figura 58: Operario colocando el tapón con la llave dinamométrica**

Como se ha mencionado antes, en este proceso se realiza una verificación de calidad del exterior de la caja, para ello, en este momento el operario certifica que exteriormente no tienen defectos y que los elementos mecánicos están bien. Lee la chapa característica y valida por trazabilidad para que la caja continúe. En el caso de

que existieran defectos, la caja continuaría en el carro hasta la zona de reproceso donde sería reprocesada para luego terminar de ser embalada y enviada al cliente.



**Figura 59: Pantalla de trazabilidad para validar calidad de la caja**

Una vez que la caja se considera buena, se retiran un tornillo y el sensor esclavo de la zona del cuerpo de válvulas, zona superior de la caja, y se reservan en un bin para posteriores cajas. Donde se ha retirado el tornillo, se coloca el respiradero aplicando loctite blanco sobre los hilos de la rosca y se aprieta con una llave fija.



**Figura 60: Operario colocando el respiradero con llave fija**



De donde se había retirado el sensor esclavo se coloca el sensor con el que se envía la caja. Se aprieta el sensor con la llave dinamométrica a 15 Nm.



**Figura 61: Operario retirando el sensor esclavo**



**Figura 62: Operario apretando con llave dinamométrica el sensor**

Ahora se aplica *Rustveto* en los ejes de salida de la caja para evitar que se oxiden y se coloca un trozo de maya azul para proteger los ejes.



Figura 63: Operario aplicando *Rustveto* sobre el eje



Figura 64: Operario colocando la maya sobre el eje de la caja

Llegado a este punto, la caja tiene todos los componentes con los que se envía al cliente y puede ser embalada para enviarse. El operario lee la referencia de la caja con una pistola conectada a una impresora y saca dos pegatinas que serán pegadas en el rack de envío. También en este punto, coloca una bolsa VCI en la caja que evitará que entre humedad y se oxide la caja.



**Figura 65: Operario leyendo la caja para obtener las pegatinas**

La caja cuando llega al puesto de embalaje necesita un rack y un bastidor específico para poder ser embalada. Existen dos tipos de racks, uno de plástico sin tapa que el cliente devuelve cuando descarga la caja en la factoría y otros de madera con tapa que el cliente no tiene que devolver. El operario debe emplear en primer lugar los de plástico y una vez que se terminan comenzar a usar los de madera. Para ir a por ellos se desplazará con la carretilla a la ubicación donde se almacenan y llevarlos al puesto de embalaje.





**Figura 66: Rack de envío con el bastidor de madera de la Main PTO**

El operario coge el polipasto y descuelga la caja del carro de transporte. Con el mismo polipasto introduce la caja en el rack y posa la caja sobre el bastidor. La base de la caja Main PTO dispone de dos patas, el operario cogerá dos tornillos y fijará las patas al bastidor de madera para que no se mueva la caja durante el viaje.



**Figura 67: Operario fijando la caja al bastidor de madera**

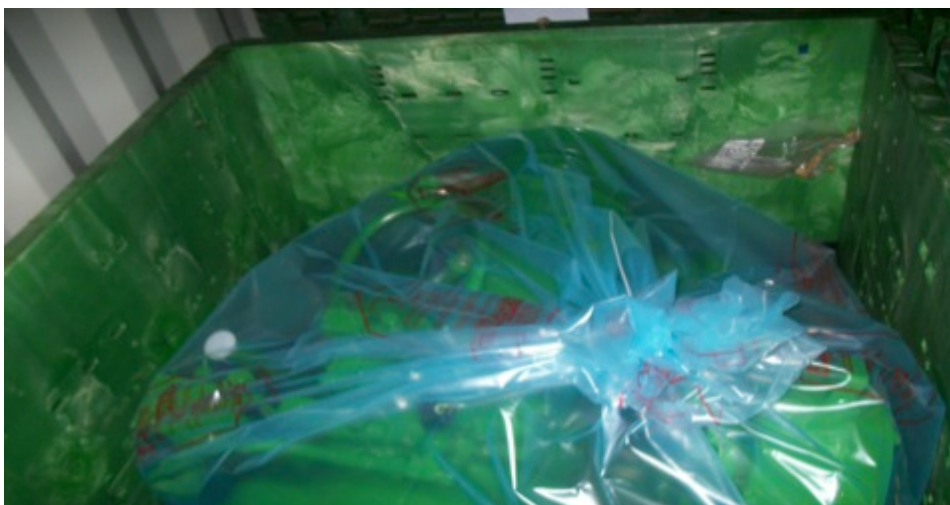
Con la pistola neumática retirará el gancho de la caja y lo reservará para otras cajas. Dado que la superficie de unión del gancho con la caja no se ha podido pintar, con un spray se aplicará pintura verde en esta zona.



**Figura 68: Zona de sujeción de la caja al gancho sin pintar**

Por último, con una brida se cierra la bolsa VCI, se pegan o se grapan las dos pegatinas, dependiendo de si el rack es de madera o de plástico, y se leen las pegatinas y la chapa característica para que el sistema almacene la caja como terminada y pueda descontar todas las piezas empleadas en la caja del inventario.

Si el rack es de madera, se añade una operación más que consiste en poner la tapa de madera y sujetar la tapa al rack con dos bridas .



**Figura 69: Caja con la bolsa VCI cerrada**



**Figura 70: Pegatina colocada en el exterior del rack**

Una vez realizado todo este proceso se trasladan los racks al exterior de la fabrica donde son almacenados hasta que embarques los coloque en el interior de los contenedores para ser enviados al cliente.

Este mismo proceso se puede observar en el Anexo I, en el que se encuentran las hojas de datos mecánicos (HDM), que son las que se entregan a los operarios para que en caso de duda o tras un periodo de tiempo en el que no se ha montado alguna

referencia puedan consultar el proceso de montaje y lo realicen de la manera adecuada. Cabe destacar que en las HDM no se encuentra el proceso detallado de todos los pasos que se realizan en el montaje, todas las operaciones del proceso de montaje se recogen en el estándar de la caja, el cual se explica en el capítulo 6.3 y en el capítulo 6.3.2 se podrá ver el estándar de la carga, *masking* y embalaje de la Main PTO.

### 6.3. Sistema de tiempos

Para poder afrontar las necesidades de la demanda, hay que saber controlar adecuadamente los factores de materia prima y de recursos humanos. La demanda puede variar con el tiempo, pero la capacidad que tiene una línea debe estar estandarizada mediante el tiempo estándar por cada 100 piezas.

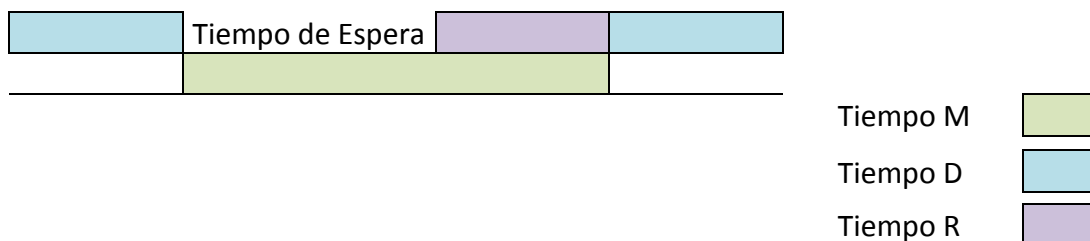
Para conocer el número de piezas que es posible producir en una línea, se emplea el método de tiempos. En este método el primer paso consiste en conocer con exactitud el método que se va a seguir para la fabricación o el procesado de la pieza. Este método se debe describir detalladamente y debe seguirse sin modificar ni alterar ningún paso. Los pasos para determinar el tiempo estándar del montaje de una pieza se indican a continuación:

- Se debe llevar un registro con todas las operaciones que se realizan en cada puesto de la línea para montar la pieza.
- Se toman tiempos de cada operación que se realiza en el montaje. De cada operación se deben realizar varias mediciones.
- Se estudia la eficiencia con la que el operario realiza las operaciones mientras se toman los tiempos con el cronómetro.
- Se registran las máquinas que se emplean en cada proceso de fabricación.
- Se hacen los cálculos oportunos para obtener el tiempo estándar por cada 100 piezas fabricadas.

Una vez que se ha determinado el tiempo estándar, se aplica un periodo de capacitación para que el operario realice las operaciones hasta estabilizar los tiempos que se han estipulado inicialmente. El tiempo que se establece se denomina Tiempo Normal del Hombre 100. Este tiempo es independiente de los factores externos que puedan existir, debido a esto hay que añadir unos tiempos y factores. A continuación se explican esos tiempos:

<b>Tiempos D</b>	Aquellos tiempos de trabajos que deben desarrollarse mientras la máquina o el proceso no están operando.
<b>Tiempos R</b>	Aquellos tiempos de trabajo para los cuales no existe ninguna imposibilidad física para realizarlos mientras la máquina o proceso están en operación.
<b>Tiempos de máquina (M)</b>	Son los tiempos reales de máquina o ciclo de un proceso.
<b>Factor de eficiencia</b>	Este factor evalúa la velocidad con la que el operario realiza la operación
<b>Factor P&amp;F</b>	Factor de corrección de la pérdida de tiempo por fatiga o factores personales. Normalmente se aplica un 16% del Tiempo Normal de Hombre 100, aunque puede variar en función del puesto de trabajo. <sup>1</sup>
<b>Jobdelay</b>	Factor que tiene en cuenta el tiempo de descanso, suele ser del 6%.
<b>Tiempo IDA</b>	Es el tiempo en el que la máquina trabaja y el operario no realiza ninguna operación.

<sup>1</sup> En la línea de pintura y embalaje se suele emplear el 10, 11, 12 o 15%.



**Figura 71: Diagrama de tiempos D, R y M**

Una vez que se conocen todos los tipos de tiempos y factores, se procede de la siguiente manera para calcular las Horas Estándar por cada 100 piezas.

$$IDA = M \cdot P\&F - \frac{R}{Eficiencia}$$

Entonces el tiempo estándar por cada 100 piezas.

$$Horas\ estándar\ por\ 100\ piezas = (R + D + IDA) \cdot 100 \cdot Jobdelay \cdot 1.67^2$$

### 6.3.1. Obtención del tiempo estándar de proceso

En el apartado anterior se ha explicado el sistema de toma de tiempos, a continuación se explicará la metodología que se aplica para medir tiempos, así como la plantilla que se emplea.

Para tomar tiempos se debe seguir el procedimiento antes explicado y la plantilla que se rellena es la siguiente.

<sup>2</sup> El factor 1.67 transforma el tiempo sexagesimal en centesimal.



		REFERENCIA :							CAJA PRINCIPAL (HA)								
		OPER.Nº	DPTO.	MAQUINA	CODIGO	FECHA	3	4									
1	2	DESCRIPCION DE ELEMENTOS					MIN.STD./CICLO		5				6		7	8	
ELEM.	COD.						"D"	"R"	"M"	OCC./CICLO	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS / 100				EFIC.	P&F	MIN.STD
1																	

Figura 72: Hoja de toma de tiempos

1. Número de operación.
2. Descripción del proceso que se desarrolla.
3. Minutos D, R o M, en función del tipo de tiempo que se haya medido.
4. Tiempo por ciclos.
5. Tiempos tomados, se hacen varias mediciones y en la última columna se calcula el promedio.
6. Eficiencia estimada con la que trabaja el operario.
7. Tiempos personales y de fatiga.
8. Tiempo medio obtenido.

Para completar esta plantilla, se comienza definiendo la operación, se mide el tiempo que emplea el operario en realizarla (se realizan varias mediciones), se estima una eficiencia y un P&F y por último se calculan los minutos estándar.

Para la obtención de los minutos estándar se calcula de la siguiente manera.

$$Min\ std = (promedio\ tiempos\ medidos) \cdot \frac{efic}{100} \cdot \frac{P\&F}{100}$$

Una vez calculado se designa si es tiempo D, R o M.

Cuando se ha completado esta parte de la tabla se calcula el tiempo estándar por cada 100 ciclos. Para ello se completa la siguiente tabla en la que se sumarán los minutos D, R y M y se calculan las horas estándar como se ha descrito con anterioridad.

MINUTOS "D" STD. TRAB.	
MINUTOS "R" STD. TRAB.	
MINUTOS "M" STD.	
TOTAL MINUTOS STANDARD	

HRS.STD./100	=	TOTAL.MIN.STD	x	Jobdelay	x	Centesimal	=	HRS.STD./100
						1,67		

Figura 73: Hoja de toma de datos

El tiempo en horas obtenido por cada 100 piezas será el estándar para el montaje de esa pieza.

#### 6.4. Tiempo estándar del proceso de carga, *masking* y embalaje de la Main PTO

Como se ha explicado en capítulos anteriores, los procesos que se realizan en la línea de pintura se dividen en tres partes: Carga, Masking y embalaje. De igual manera, el tiempo estándar del proceso también se dividirá en tres. A continuación se expone el tiempo estándar que se emplea en cada uno. El desglose de las operaciones que se hacen en cada parte se puede consultar en el Anexo II.





---

### Horas estándar / 100 piezas

Carga	9,3
Masking	14,5
Embalaje	55,3
Total	79,1

---

Tabla 9: Tiempos estándar pintura y embalaje inicial



## 7. Capítulo VII: Sistema de transporte por carrusel

---

## 7. Sistema de transporte por carrusel

Este capítulo pretende explicar cómo es el transporte de las transmisiones que se pintan en la factoría de JDISA. A lo largo del capítulo se detallará la tecnología que se utiliza para el transporte y el *Layout* de la instalación de carga de las transmisiones.

### 7.1. Descripción del sistema

Para poder realizar de manera eficiente un buen proceso de pintura y embalaje, se ha optado por la utilización de un sistema de carrusel para el transporte de las cajas de transmisión a lo largo de la instalación.

Este circuito transcurre por el final de las cadenas de producción y por el interior de la instalación de pintura hasta que llegar a la zona de descarga y embalaje.

Es un circuito cerrado y circular que permite la recirculación de los carros de carga de manera automática cuando la caja de transmisiones ha sido descargada para embalarla.

## 7.2. Layout

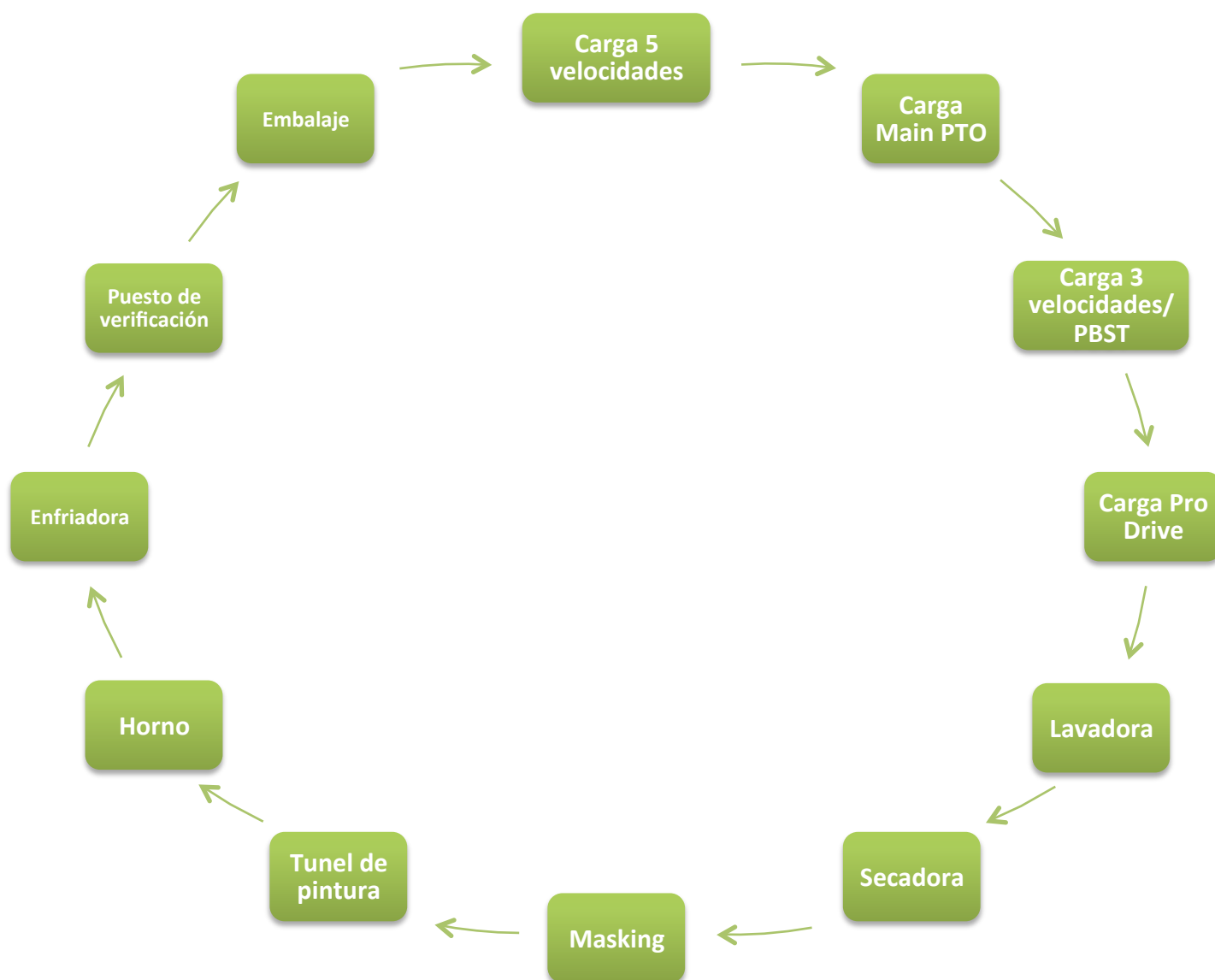


Figura 74: Diagrama del Layout del sistema carrusel

El gráfico anterior (figura 36) se muestra el recorrido cíclico que siguen los carros en los que se cargan las diferentes cajas de transmisión.

El circuito comienza en la zona de carga de la 5 velocidades, estas cajas de transmisión son transportadas a esta zona en unas cunas especiales desde la línea de producción con unas carretillas. Este transporte no es el ideal, ya que supone un gasto de tiempo y lo ideal sería que la línea de producción de esta caja terminara en la zona de carga, pero por problemas de *Layout* de la fábrica fue imposible establecer la línea de la 5 velocidades en las inmediaciones de la zona de carga.

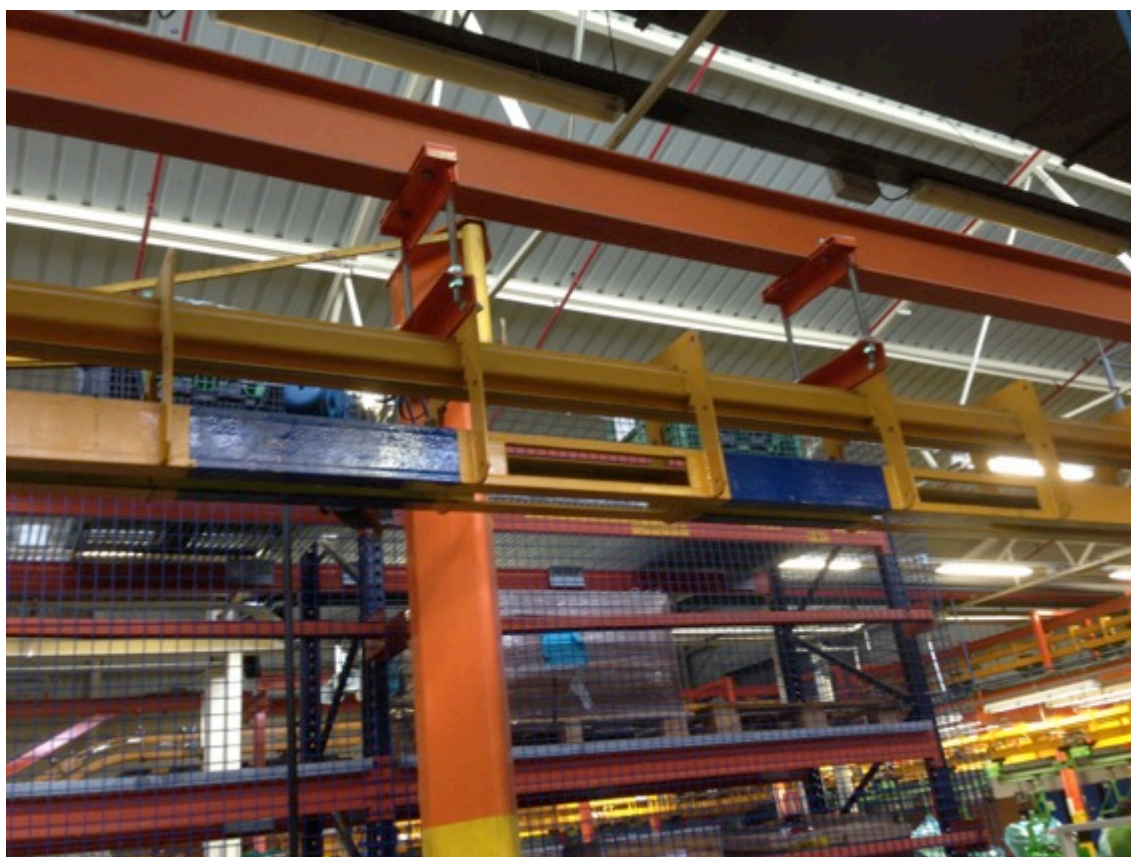
A continuación se dirige a la línea de producción de la Main PTO, desde allí se dirige a las otras dos líneas de producción, la línea de la 3 velocidades y PBST y la línea de la caja ProDrive.

Una vez que ha pasado por estas líneas se dirige a la zona de lavado, donde las cajas pasarán por los diferentes procesos hasta llegar a la secadora. A continuación llegan al puesto del *masking* donde se enmascaran las partes que no se desean pintar, ya sean por necesidades mecánicas o estéticas.

Una vez colocadas las protecciones los carros se dirigen al túnel de pintura y a continuación al horno. Para poder manipular las cajas de manera segura, los carros con las cajas pasan por un túnel de enfriado y tras estar un tiempo refrescándose se dirigen a los puestos de montaje de cables y embalajes, para que tras su embalaje los carros se dirijan de nuevo a la zona de carga de las cajas en las líneas de montaje.

A parte del circuito principal que transcurre por los puntos antes descritos, el circuito contiene unas zonas extras, las cuales son pequeñas bifurcaciones que abandonan el circuito principal para posteriormente volver a él. Estas zonas son destinadas a otros servicios necesarios a lo largo del proceso de pintura y embalaje. A continuación se explicarán estos espacios:

- Zona de reproceso de la línea de pintura: Este espacio está situado tras el puesto de verificación, a él se dirigen las cajas que por cualquier motivo no pueden ser embaladas y enviadas a los clientes. La zona es una bifurcación donde se almacenan las cajas hasta que son reprocesadas para reparar los desperfectos que puedan tener y tras su reparación volver a introducirse al carril principal para mandarlas a la zona de embalaje.
- Zona de mantenimiento de los carros: Este espacio está situado al final de ciclo de embalaje, una vez que la caja es descargada al contenedor, los rieles se bifurcan al espacio de mantenimiento, el cual tiene la peculiaridad de que es el único lugar desde donde los carros pueden descargarse de los rieles, siendo esta la principal utilidad de esta zona.



**Figura 75: Zona de extracción de los carros**

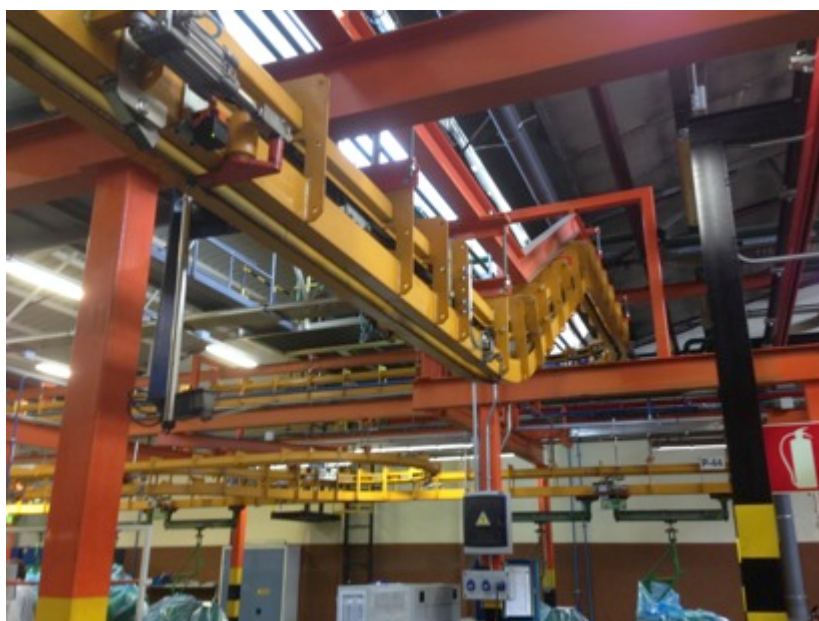
### 7.3. Medidas de seguridad

A lo largo de la instalación existen una serie de medidas de seguridad para evitar colisiones entre cajas o entre cajas y el sistema de transporte de carrusel, arrastre de herramientas empleadas para las diferentes operaciones que se realizan en cada puesto, etc.

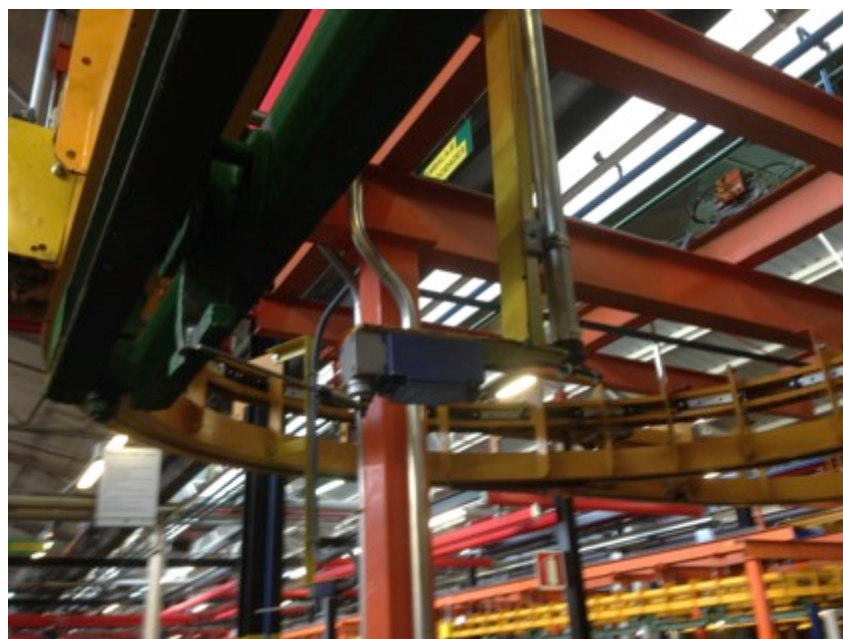
Una vez que el operario ha realizado todas las tareas oportunas en su puesto de trabajo, la caja podría continuar de manera automática. Para evitar algún accidente, como puede ser el arrastre de herramientas empleadas con anterioridad en el puesto de trabajo, será el operario el que, una vez que haya leído la referencia de la caja y que haya comprobado que ha realizado todas las tareas de ese puesto, active el sistema para que el carro continúe hacia el puesto siguiente.

Para evitar que una caja continúe por error después del puesto de embalaje y pueda ocasionar un accidente al no poder atravesar la zona por la que los carros van a demasiada altura, véase Figura 78, se colocan unos interruptores, véase Figura 79 que detendrán la instalación si son activados porque la caja los cruce. Estos interruptores solo podrán ser activados si la caja no ha sido descargada del carro y se da la orden para que continúe hacia el primer puesto.





**Figura 76: Zona del circuito aérea por la que no pueden circular cajas colgadas**



**Figura 77: Elemento de seguridad para detener la instalación automáticamente**





## 8. Capítulo VIII: Mejoras en la nueva línea de pintura y embalaje

---

## 8. Mejoras en la nueva línea de pintura y embalaje

Este capítulo pretende explicar los cambios que se realizaron en el proceso de pintura y embalaje en el periodo de un año y medio.

### 8.1. Descripción de los cambios efectuados en el proceso

Todo cambio que se realiza en un proceso industrial tiene que estar sujeto a una de las tres patas que sujetan la producción industrial que son: la seguridad, la calidad y la productividad.

En la línea de pintura y embalaje la pata a la que se decidió atacar fue la de calidad. Desde que se realizó el cambio a la nueva línea de pintura existía un problema reiterativo con el agua. El problema es que se introducía en las cajas al pasar por la lavadora. Este problema sobretodo aparece en la Main PTO, caja que se estudia en este proyecto, ya que tiene dos zonas muy críticas que dejan al descubierto parte del interior de la caja. Estas zonas son la transfer y el hydro. En el resto de cajas, estas zonas o no existen, como es el caso de la 5 velocidades y la Prodrive, y por tanto están cerradas herméticamente, o solo tienen un hydro más pequeño y sencillo de tapar, como es el caso de la caja 3 velocidades.

Para atajar este problema se decidió diseñar una tapeta similar a la que se coloca en el hydro y que realizase la función de junta entre la tapa de metal y la transfer.

Al emplear el mismo material que se utiliza para la tapeta del hydro se asumía que sería efectivo ya que en el hydro funciona perfectamente pero aun así se requería

de un periodo de pruebas para asegurar el aislamiento.

El proceso que se siguió para realizar la implantación de este cambio se describe a continuación:

1. Solicitud de tapetas al proveedor:

Se enviaron los planos de la transfer al proveedor de las pegatinas y tapetas para que realizase un primer diseño de la tapeta basándose en las medidas de los planos y enviase un primer lote piloto con pocas unidades.

2. Pruebas de estanqueidad

Una vez que se recibió el lote piloto se comprobó que las medidas eran las correctas y se realizaron pruebas de estanqueidad por parte del ingeniero de producción de la línea de pintura y embalaje.

3. Certificación por parte del departamento de calidad.

Para obtener la certificación por parte del departamento de calidad de que el nuevo proceso es válido, a parte de la utilización de estas tapetas, exigían un elemento que certificase que se estaban colocando las tapetas.

La solución que se propuso fue la colocación de unas llaves dinamométricas conectadas a la trazabilidad. Con este sistema, el operario coloca la tapa y la tapeta en la transfer, realizará un primer apriete con la pistola neumática y con la llave dinamométrica certificará que los tornillos están bien apretados, si no realiza esta comprobación no se podrá liberar el carro del que cuelga la caja para que se traslade a la lavadora.

#### 4. Reunión con el cliente:

Se organizó una reunión con el cliente para explicarle el nuevo proceso que se iba a seguir y acordar con él que las cajas Main PTO se enviaría con la tapeta en vez de con la pegatina que se enviaban anteriormente.

#### 5. Realización de HDM, toma de tiempos y capacitación:

Como se implementó un nuevo proceso, se requería de una modificación de las Hojas de Datos Mecánicos, una toma de tiempos del nuevo proceso y una capacitación de los operarios.

#### 6. Implantación del nuevo proceso:

Dados los buenos resultados obtenidos del nuevo proceso, se implementó el proceso.

### 8.2. Nuevo proceso de carga, *masking* y embalaje de la Main PTO

El nuevo proceso que se realiza en la línea de pintura y embalaje con las cajas Main PTO sólo varía en algunos pasos a lo largo del proceso. Para facilitar la comprensión de los cambios a continuación sólo se explicarán las modificaciones que se han efectuado en la parte de carga, de *masking* y de embalaje. Independientemente de esto, en el Anexo III se encuentran las Hojas de Datos Mecánicos en las que se puede ver todo el proceso.

#### a) Carga

En el proceso de carga se mantuvieron los pasos, sólo se modificó uno de ellos y se añadió otro.

En primer lugar, el operario coge la tapeta, la tapa metálica y tres tornillos del carro de trabajo que se encuentra justo detrás del puesto.



**Figura 78: Carro de trabajo del puesto de carga de la Main PTO**

Debe retirar el papel que protege la tapeta y colocar el conjunto tapeta-tapa metálica en la transfer y apuntar a mano los tres tornillos. Después tomará la pistola neumática y apretará los tres tornillos como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 79: Operario aproximando los tornillos de la transfer**

Cuando se han completado todos los pasos del proceso de carga, se lee cuelga la caja en el carro de transporte y se lee la caja para que en la pantalla de trazabilidad aparezcan los aprietes que se deben realizar en el hydro y en la transfer.

Llegado a este punto, el operario toma en primer lugar la llave dinamométrica conectada a trazabilidad con la boca correspondiente a los tornillos del hydro y realiza las comprobaciones de los cuatro tornillos.



**Figura 80: Operario realizando la comprobación del hydro**

El mismo proceso se realizará para la transfer pero cambiando la llave dinamométrica. Una vez que se han terminado las siete comprobaciones en la pantalla de trazabilidad se muestra en verde para que el operario pueda liberar la caja y que esta se dirija a la lavadora.



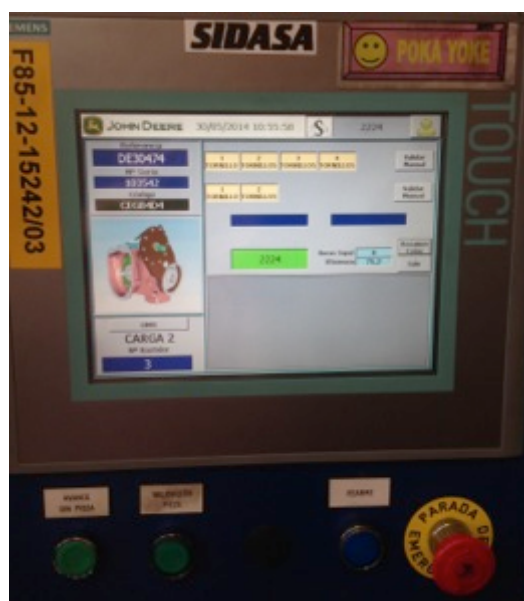


Figura 81: Pantalla de trazabilidad

#### b) *Masking*

Los cambios que se efectuaron en el proceso de *masking* se describen a continuación.

Ahora en lugar de quitar las tapas y tapetas del hydro y de la transfer, sólo se quitan las tapas metálicas y se dejan pegadas las tapetas. Como las dos tapetas tienen agujeros para poder sujetar con tornillos las tapas metálicas, se deben colocar pegatinas circulares sobre los agujeros para impedir que se pinten los taladros.



**Figura 82: Tapeta de hydro y transfer con pegatinas sobre los taladros**

Como con la nueva junta se asegura la estanqueidad, ya no es necesario aspirar los restos de agua que se acumulaban en la transfer, por tanto este paso con el nuevo proceso se anula.

El resto de pasos que se realizan en el *masking* permanecen igual y en el mismo orden.

#### c) Embalaje

En el proceso de embalaje se mantienen los pasos previos al cambio, pero se anula la comprobación de agua que se hacía al quitar el tapón del cárter. Por tanto ya no es necesario quitar y poner el tapón ni esperar a que se vacíe ni volver a pintar el tapón con spray.

Cabe destacar que al cliente se le manda la caja con la tapeta del hydro y de la transfer pintada, no es un problema para él ya que en la factoría de montaje final antes se tenía que quitar una pegatina y ahora se tiene que quitar una tapeta.

### 8.3. Nuevo tiempo estándar del proceso de carga, *masking* y embalaje de la Main PTO

Para el cálculo del tiempo estándar se ha tomado como referencia el estándar inicial y se han introducido las operaciones nuevas que tiene el proceso, eliminando las que ya no se realizan. Dado que el proceso en sí no sufre un cambio muy grande, se han mantenido los tiempos medidos de las operaciones que no se han modificado y sólo se han tomado nuevos tiempos de aquellas operaciones que antes no se realizaban. El motivo por el que no se han vuelto a medir todos los tiempos es que la variación iba a ser muy pequeña y donde existe un claro punto de estudio es en las nuevas operaciones para comprobar si realmente merece la pena el cambio efectuado en el proceso o si por el contrario el tiempo estándar total es mayor que el anterior.

A continuación se expone el tiempo estándar en la carga, *masking* y embalaje de la caja Main PTO con el nuevo proceso. El desglose de las operaciones que se hacen en cada parte se puede consultar en el Anexo IV.

Horas estándar / 100 piezas	
Carga	9,5
<i>Masking</i>	12,6
Embalaje	51,7
<b>Total</b>	<b>73,8</b>

Tabla 10: Tiempos estándar pintura y embalaje con el nuevo proceso



## 9. Capítulo IX: Comparativa de las líneas: Inicial VS actual

---

## 9. Comparativa de las líneas: Inicial VS actual

En este capítulo se pretende enfrentar la línea de pintura antes de realizar el cambio de proceso y la línea de pintura en la actualidad. Para ello se harán comparativas de la situación de ambas líneas en seguridad, calidad y Productividad.

### 9.1. Seguridad

La línea de pintura y embalajes de JDISA es una de las líneas con un índice de accidentes e incidentes más bajo de la factoría, ya que las operaciones que se realizan en su mayoría no son peligrosas ya que son sobre cajas que están colgadas en los carros de transporte y el riesgo reside en el posible fallo del propio gancho y la posterior caída de la caja. Como este posible accidente puede provocar lesiones graves, periódicamente se revisan todos los ganchos para que la integridad del trabajador no se vea afectada. A pesar de esto, los trabajadores no están exentos de poder sufrir accidentes y otro punto crítico es la carga y descarga de las cajas de los carros de transporte, ya que las cajas están colgadas sobre el polipasto y tienen que manipularlas tirando de ellas.

Los cambios efectuados en la línea de pintura no afectan de una manera significativa en la seguridad. Sí que habría que destacar que la eliminación de la operación de vaciado del aceite del cárter ha supuesto una mejora en la ergonomía del puesto y por tanto una mejora en seguridad, ya que el trabajador corre menos riesgo de lesiones de espalda al no tener que agacharse a quitar el tapón y volver a colocarlo después. Este sería el punto fundamental de mejora en el apartado de seguridad.

## 9.2. Calidad

Este apartado es uno de los que se ha visto más favorecido por los cambios introducidos en el proceso. Al emplearse la nueva tapeta que se coloca en la transfer se ha conseguido bloquear las dos entradas de agua que tenía la caja Main PTO, que eran el hydro, ya existía una tapeta que bloqueaba el paso de agua, y la transfer. Con la nueva tapeta ya no entra agua en la caja al pasar por la lavadora y se evitan así posibles reclamaciones del cliente por oxido en alguna pieza de la caja.

También hay que destacar que la colocación de las llaves dinamométricas conectadas a la trazabilidad aseguran que todas las cajas que se mandan a lavar llevan las tapetas puestas y que las llevan bien atornilladas. Este sistema por un lado es un seguro para la empresa de cara a posibles reclamaciones, ya que certifica que si aparece agua en el interior no es por un fallo en la línea de pintura; y por otro lado es una clara mejora con respecto a la línea inicial, ya que antes se podían enviar cajas a la lavadora sin tener tapado el hydro o la transfer dado que el operario solo realizaba una validación a través de un *check list* que aparecía en la pantalla de trazabilidad, pero ahora si no se da el par requerido en todos los tornillos del hydro y de la transfer, la caja no se puede enviar a lavar.

Por este motivo concreto, se puede decir que el nuevo proceso tiene una clara mejora en calidad.

## 9.3. Productividad

En este apartado es donde se puede observar de una manera cuantitativa la mejora que ha supuesto el nuevo proceso. Si se enfrentan los tiempos estándar obtenidos antes y después se puede ver que el tiempo nuevo es menor que el inicial de la línea. En la tabla 11 se puede ver la comparativa.

	Horas estándar / 100 piezas proceso inicial	Horas estándar / 100 piezas proceso final
Carga	9,3	9,5
<i>Masking</i>	14,5	12,6
Embalaje	55,3	51,7
<b>Total</b>	<b>79,1</b>	<b>73,8</b>

**Tabla 11: Comparativa de tiempos estándar**

Esto quiere decir que para realizar 100 cajas Main PTO al principio se empleaban casi 80 horas, mientras que ahora con 73,8 horas es suficiente.

Observando la tabla 11 se ve que en el proceso de carga el tiempo se ha visto incrementado muy poco, pero este incremento ha permitido que en el *masking* y en el embalaje se haya podido reducir el número de operaciones que hay que realizar y con ello se ha conseguido una considerable reducción de tiempo en cada etapa y en el total del proceso.

Si los datos de la tabla 11 se estudian en porcentajes, se ve que penalizando un 2,15% en el tiempo de la carga, se consigue reducir en un 6,71% el tiempo estándar total que se emplea en esta línea para realizar 100 Main PTO.





## 10. Capítulo X: Conclusiones y futuros proyectos de mejora.

---

## 10. Conclusiones y futuros proyectos de mejora

Como se ha ido viendo a lo largo del proyecto, se han ido completando los objetivos que se habían fijado al comienzo del mismo. Los objetivos secundarios planteados han quedado realizados, ya que se ha descrito detalladamente la caja de transmisiones Main PTO, se ha explicado todo el proceso de pintura y embalaje y ha quedado expuesto cómo es el método de tiempos que se emplea para calcular el estándar.

La realización de estos objetivos secundarios ha ayudado a la obtención del objetivo fundamental del proyecto, el cual centraba su estudio en la mejora del proceso de pintura y embalaje de la caja Main PTO. Este objetivo ha quedado cumplido, ya que como se ha explicado en el capítulo 9, los apartados de seguridad, calidad y productividad han sido mejorados con el nuevo proceso, pero habría que destacar que además de ser un estudio, el método propuesto está implementado en la línea y es el método actual.

Cabe destacar que gracias al *Kaizen*, concepto japonés que centra su aplicación en la mejora continua, el cual está muy arraigado en la cultura de JDISA, se abren las puertas a seguir mejorando el sistema y poco a poco realizar mejoras en cada uno de los apartado de calidad, seguridad y productividad.

Como conclusión personal destaco que gracias a la realización de este proyecto en la empresa y a la beca de la que he disfrutado durante dos cursos académicos, he obtenido una serie de conceptos e ideas sobre el funcionamiento de una gran empresa internacional, los cuales me serán de mucha ayuda en mi futuro.



## 12. Capítulo XII: Bibliografía

---



## 11. Bibliografía

### Libros:

- Águeda Casado, Eduardo; García Jiménez, José Luis; Martín Navarro, José; Gómez morales, Tomás: Fundamentos tecnológicos del automóvil. Paraninfo, 2002.

### Proyectos fin de carrera y trabajos fin de grado:

- García García, Daniel: Análisis de transmisiones en bancos de prueba para mejoras de procesos
- Del Rosario Cubero, Silvia: Desarrollo de una línea de montaje de cajas de transmisión para vehículos agrícolas
- Moreno Solana, Álvaro: Estudio de la productividad en bancos de prueba de la caja de transmisión principal de una cosechadora.

### Documentación web:

- <http://www.deere.es> (Consulta 9 abril de 2014)
- <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UPLCS/File/Pintura%20en%20Polvo%20-%20Jorge%20Francescutti.pdf> (Consulta 21 de agosto de 2014)
- [http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/estadisticas/Informe\\_Anual\\_2013\\_tcm7-313554.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/estadisticas/Informe_Anual_2013_tcm7-313554.pdf) (Consulta 27 de agosto de 2014)



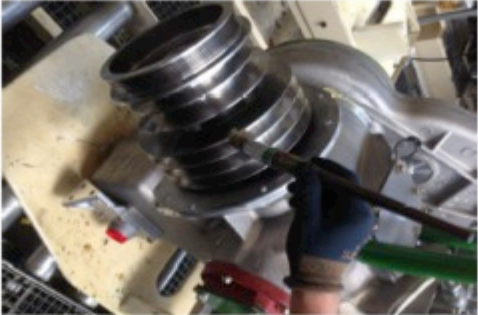
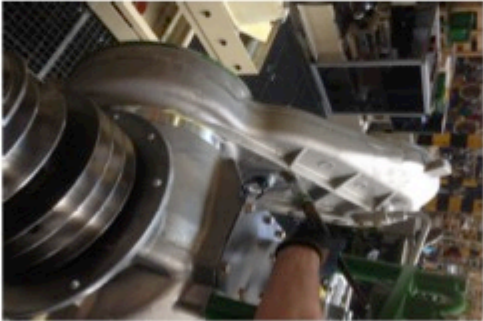

## 13. Capítulo XIII: Anexos

---



## 12. Anexos

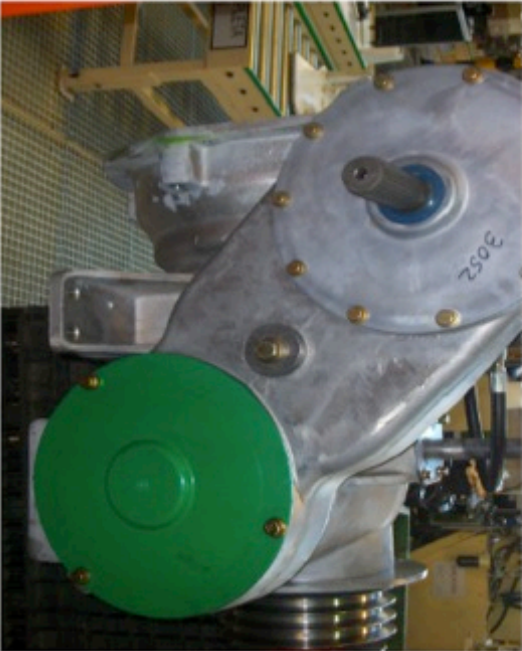
### 12.1. Anexo I: Hoja de datos mecánicos Pintura y embalaje Main PTO inicial.

JOHN DEERE		Referencia	Nivel diseño	FastlistID/Fast ID	Dispositivo	Descripción
<div> <div>▲</div> <div>■</div> <div>●</div> </div> <div> <div>TQC</div> <div>Contenido de trabajo</div> <div>Verificación</div> </div>	MAIN PTO		Producto			
	Montaje		Documento	Operación	Página	
	Nombre	Fecha	Descripción del cambio			
	Diego Rojas					
<div>    </div> <div> <div>■</div> <div>Limpiar con disolvente exceso de grasa en polea y transfer.</div> </div> <div> <div>■</div> <div>Colocar tres tapones amarillos en racores del cuerpo de válvulas</div> </div>						




JOHN DEERE		Referencia	Nivel diseño		TaskingID/Task ID	Dispositivo	Descripción
		MAIN PTO	Producto				
		Montaje	Documento	Operación	Página		
		CARGA	Descripción del cambio				
		Nombre	Fecha				
		Diego					
TOC							
Contenido de trabajo							
Verificación							







Colocar tapa verde con tres tornillos en transfer



Coger tapa de Hydro con junta y colocar en Hydro  
Coger 4 tornillos y apretar con pistola neumática.

Verificar que la tapa está bien apretada.

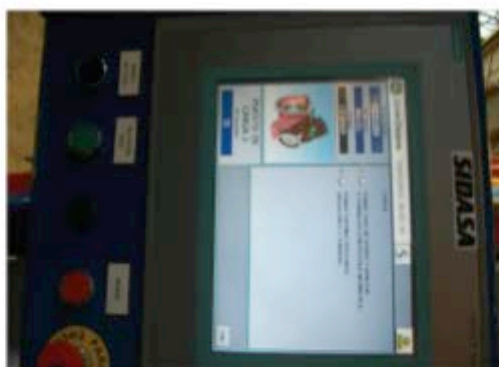
 <b>JOHN DEERE</b>	Referencia		Nivel diseño	TasklistID/Task ID	Dispositivo	Description
	MAIN PTO					
			Producto			
 TOC  Contenido de trabajo  Verificación	Montaje		Documento	Operación	Página	
	CARGA					
	Nombre		Fecha			
	Diego Rios					






Coger gancho Main PTO y colocar en la caja.  
 Coger pistola neumática y apretar tornillos.  
 Coger polipasto y colgar caja en zona de carga Main PTO



Coger pistola lectora de código y leer caja.



Validez trazabilidad y liberar caja.

JOHN DEERE		Referencia	Nivel diseño	TaskID/Task ID	Dispositivo	Descripcion
<div> <div>▲ TOC</div> <div>■ Contenido de trabajo</div> <div>● Verificación</div> </div>	Man PTO		Producto			
	Montaje		Documento	Operación	Página	
	Nombre	Fecha	Descripción del cambio			
	Diego Rago					
						
<div> <div>■ Cogei manguera de aire y soplar caja.</div> </div>						
						
						
<div> <div>■ Desatornillar 4 tornillos del hydio con pistola neumática y dejar junto con la tapa en el carro.</div> <div>■ Desatornillar 4 tornillos de transfer con pistola neumática y dejar junto con la tapa en el carro.</div> </div>						



[illegible]

Coger aspirador y aspirar aceite en interior de transfer.




**Coger pegatina y proteger chapas  
características y mecanizado lateral.**

A photograph of a green and yellow industrial machine, likely a pump or motor, with a large yellow handle and a green base. The machine is mounted on a blue frame.

Oger cinta de carroceros y colocar en zona mecanizada de la campana de la calcasa.

Coger 2 protecciones de eje y colocar en ejes.

 <b>JOHN DEERE</b>	Referencia		Nivel diseño	TasklistID/Task ID	Dispositivo	Descripción
	<i>Maan Pro</i>		Producto			
<b>TQC</b>  Contenido de trabajo  Verificación	<b>Montaje</b>		Documento	Operación	Página	
	<i>Masking</i>					
	Nombre	Fecha	Descripción del cambio			
	<i>Diego Rojas</i>					



Proteger 3 electroválvulas (2 con tapón y una con cinta de carrocero).



[illegible]


Coger tapones y proteger 2 tornillos del gancho.




Coger pegatina triangular y proteger zona mecanizada del filtro.



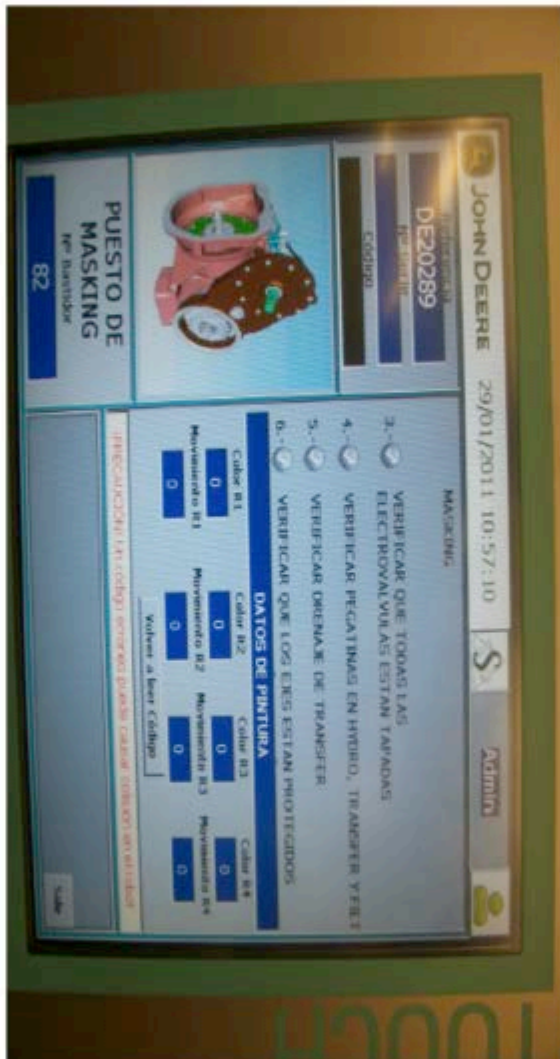
JOHN DEERE		Referencia		Nivel diseño		TasklistID/Task ID		Dispositivo		Descripción	
<div> <div></div> <div>TQC</div> <div>Contenido de trabajo</div> <div>Verificación</div> </div>	Man PTO			Producto							
	Montaje			Documento		Operación		Página			
	Nombre	Mixariny	Fecha		Descripción del cambio						
	Diego Roco										



Coger pegatina y proteger zona hydro.




Coger pegatina y proteger zona transfer.

[illegible]

Verificar la trazabilidad de la caja.  
En caso de reproceso de pintura, verificar que la caja es la que aparece en la pantalla.

[illegible]

 <b>JOHN DEERE</b>		Referencia		Nivel diseño		TaskID/Task ID	Dispositivo	Descripción
<b>TQC</b> Contenido de trabajo Verificación		MAIN		Producto				
		Montaje		Documento	Operación	Página		
		EMBALAJE						
		Nombre		Descripción del cambio				
		Diego Poyo						



Desafloja tapón del cárter con pistola y comprimar que no tiene agua la caja.  
Volver a colocar tapón del cárter.



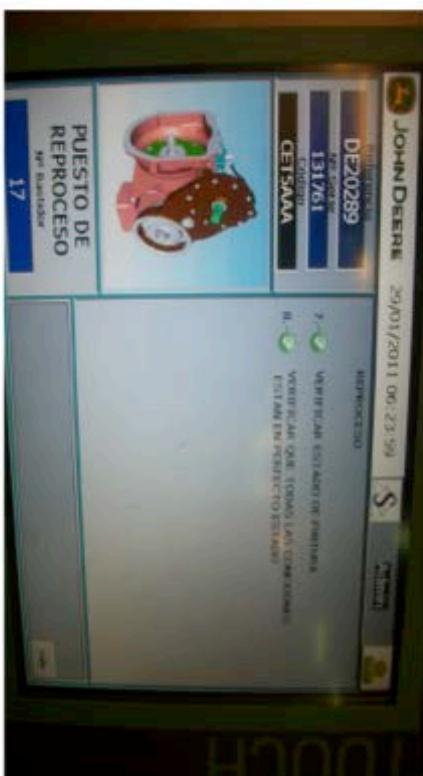
Coger llave dinamométrica y aplicar 50 Nm de par al tapón del carter.

Coger spray y reubicar con pintura el tapón.



[illegible]

Comprobar que la pieza está correctamente pintada.  
Comprobar que la pieza no tiene ningún defecto mecánico.



Decidir si la caja se reprocesa o continúa hacia la cadena de embalaje.

JOHN DEERE		Referencia	Nivel diseño	Tasificación/Task ID	Dispositivo	Descripción
<div> <div>▲</div> <div>■</div> <div>●</div> </div> <div> <div>TQC</div> <div>Contenido de trabajo</div> <div>Verificación</div> </div>	Montaje	MAIN	Producto			
	Nombre	ENGRUJE	Documento	Operación	Página	
	Fecha	Descripción del cambio				
	Diego Rijo					



Colocar 2 trozos de malla en ejes de embrague y separator.





Quitar tapón de zona superior de hydío y colocar en bin retornable.  
Coger respiradero AH20868, aplicar locite blanco a la rosca y colocar en caja apretando con llave fija.

[illegible]







JOHN DEERE		Referencia	Nivel directo	Instalado/Instal ID	Dispositivo	Descripción
<div> <div>▲</div> <div>TOC</div> <div>Contenido de trabajo</div> <div>●</div> <div>Verificación</div> </div>	Montaje	Producto				
	Nombre	Documento	Operación	Página		
	Fecha	Descripción del cambio				
	Origen					

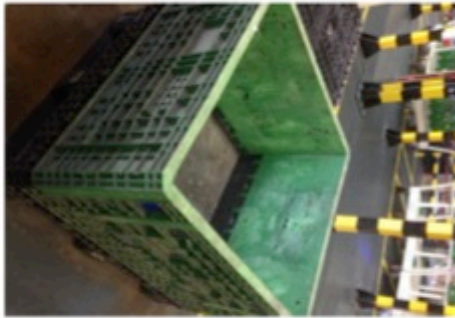


Coger rustiveto y aplicar en zonas mecanizadas.



Notificar caja con pistola e imprimir 2 etiquetas. Coger bolsa VCI y colocar en la caja.

 <b>JOHN DEERE</b>	Referencia		Nivel dentro		Task ID	Disponible	Descripción
	855N1		Producto				
<b>TQC</b>  Contenido de trabajo   Verificación	Montaje		Documento	Operación	Página		
	E865ALAE						
	Nombre		Fecha		Descripción del cambio		
	Diego Rigo						




Coger rack de plástico, abrigo e introduzir bastidor de Main.

Coger 2 pegatinas y colocar en lados consecutivos del rack.


Verificar que no existe ninguna pegatina adicional.

JOHN DEERE		Referencia		Nivel diseño		Tasklist/ID/Task ID		Dispositivo		Descripción	
		MAIN		Producto							
		Montaje		Documento		Operación		Página			
		Nombre		Fecha							
		Diego Rago									
TOC											
Contenido de trabajo											
Verificación											



29-01-2011



29-01-2011

**Coger polipasto y sacar caja del carro.**  
Introducir caja en rack de plástico.  
Soltar gancho con pistola neumática y dejar en el carro.  
Repasar pintura alrededor de acople del gancho.

**Coger brida y cerrar la bolsa VCI.**  
Leer pegatinas exteriores y chapa característica con pistola para certificar que coinciden



## 12.2. Anexo II: Estándar Main PTO inicial

a) Carga:

REFERENCIA : MAIN PTO									
OPER.Nº		DPTO.	MAQUINA	CODIGO	FECHA				
ELEM.	COD.	DESCRIPCION DE ELEMENTOS							
1		Tomar pincel con disolvente, limpiar exceso de grasa en polea y zona union transfer a carcasa, dejar pincel				MIN.STD./CICLO	"D"	"R"	"M"
2		Coger tres tapones amarillos y colocar en racores del cuerpo de válvulas				OCC./CICLO			
3		Coger tapa verde de transfer y tres tornillos, colocar sobre la transfer y aproximar los tornillos manualmente							
4		Coger pistola neumática y apretar tres tornillos, dejar pistola							
5		Coger tapeta de hydro, tapa metálica de hydro y 4 tornillos, montar conjunto y colocar sobre el hydro aproximando los tornillos manualmente, tirar papel tapeta							
6		Coger pistola neumática y apretar cuatro tornillos, dejar pistola							
7		Coger gancho y trasladar hasta la caja, colocar gancho							
8		Coger pistola neumática y apretar tornillos del gancho, dejar pistola							
9		Ir a por polipasto y enganchar caja							
10		Colocar caja en carro							
11		Coger pistola de lectura y leer chapa característica, dejar pistola							
12		Trazabilidad, chequear dos puntos							
13		REPONER							
14		Rellenar bote disolvente							
15		Ir a estantería a por tapones amarillos, traer al puesto y tirar bolsa							
16		Traer tapas verdes transfer							
17		Traer tapas hydro							
18		Reponer tapetas hydro							
19		Reponer tornillos transfer							
20		Reponer tornillos hydro							

CAJA PRINCIPAL				
TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS / 100		EFIC.	P&F	MIN.STD
65	67	72		
75	67	68		
38	35	41		
24	28	27		
36	38	36		
26	21	23		
53	47	55		
14	14	12		
31	25	27		
60	55	68		
9	9	8		
12	15	13		
120				
90				
60				
60				
60				
60				
60				
60				
60				
60				
60				

105	1,12	0,800
105	1,12	0,823
105	1,12	0,447
105	1,12	0,310
105	1,12	0,431
105	1,12	0,274
105	1,12	0,608
105	1,12	0,157
105	1,12	0,325
105	1,12	0,717
105	1,12	0,102
105	1,12	0,157
110	1,10	1,452
110	1,10	1,089
110	1,10	0,726
110	1,10	0,726
110	1,10	0,726
110	1,10	0,726
110	1,10	0,726
110	1,10	0,726
110	1,10	0,726



[illegible]



b) Masking:



REFERENCIA : MAIN PTO						
		OPER.Nº	DPTO.	MAQUINA	CODIGO	FECHA
ELEM.	COD.	DESCRIPCION DE ELEMENTOS				
1		Coger manguera de aire y soplar caja, dejar manguera de aire				
2		Cambiar boca de pistola				
3		Coger pistola neumática y atlojar tornillos x4 de hydro, dejar pistola				
4		Dejar tapa hydro, tornillos en carro y tirar tapeta hydro				
5		Coger pistola neumática y desatlojar 3 tonillos de transfer, dejar pistola				
6		Cambiar boca de pistola				
7		Dejar tapa tranfer y tornillos en carro				
8		Coger aspirador y quitar aceite sobrante de transfer, dejar aspirador				
9		Coger trapo y secar posible humedad en zona transfer				
10		Coger pegatinas y colocar en superficie mecanizada del hydro, tirar sobrante				
11		Coger pegatina y colocar en superficie mecanizada de transfer, tirar sobrante				
12		Coger 2 pegatinas y colocar sobre chapas caracteristicas				
13		Coger pegatina y colocar sobre mecanizado lateral				
14		Coger pegatina triangular y posicionar sobre zona en filtro inferior, tirar sobrante				
15		Coger cinta de enmascarar y pegar sobre silueta zona de campana				
16		Coger cutter y recortar exceso de papel en silueta de campana y tirar sobrante				
17		Proteger tuerca de manguera filtro con cinta				
18		Proteger sensores x3 ( x2 con tapones y x1 con papel )				
19		Coger 2 protecciones eje y rellenar con papel para ok ajuste				
20		Coger 2 protecciones y proteger 2 ejes				
21		Liberar caja				
22		Tiempo máquina hasta llegada de siguiente carro				

MIN.STD./CICLO					OCC./CICLO
"D"	"R"	"M"			
0,670					
0,127					
0,380					
0,159					
0,274					
0,131					
0,132					
0,358					
0,177					
0,296					
0,708					
0,293					
0,096					
0,312					
1,151					
0,647					
0,223					
0,504					
0,470					
0,154					
0,169					
0,688					

CAJA PRINCIPAL									
TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS / 100							EFC.		
49	47	78					1,10	0,670	
11	10	12					1,10	0,127	
33	33	31					1,12	0,380	
14	12	15					1,11	0,159	
24	22	24					1,12	0,274	
12	11	11					1,10	0,131	
12	11	11					1,11	0,132	
31	32	30					1,10	0,358	
17	15	14					1,10	0,177	
24	26	27					1,10	0,296	
61	60	63					1,10	0,708	
25	26	25					1,10	0,293	
8	9	8					1,10	0,096	
27	26	28					1,10	0,312	
97	100	102					1,10	1,151	
57	55	56					1,10	0,647	
19	17	22					1,10	0,223	
45	42	44					1,10	0,504	
41	40	41					1,10	0,470	
14	12	14					1,10	0,154	
15	14	15					1,10	0,169	
49							1,08	0,688	

# Estudio del proceso de lavado, pintura electrostática y embalaje de cajas de transmisión de potencia para vehículos agrícolas

[illegible]



c) Embalaje:

		REFERENCIA : MAIN PTO									CAJA PRINCIPAL									
		OPER.Nº	DPTO.	MAQUINA	CODIGO	FECHA														
ELEM.	COD.	DESCRIPCION DE ELEMENTOS					MIN.STD./CICLO			OCC./ CICLO	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS / 100				EFIC.	P&F	MIN.STD			
			"D"	"R"	"M"		18	16	15											
1		Pulsar botonera de avance de carros					0,189						18	16	15			105	1,10	0,189
2		Quitar tapones x2 de conexiones Y papel x1 de electroválculas y guardar y tirar desperdicios					0,851						72	70	75			105	1,12	0,851
3		Examinar visualmente caja 100% exterior					0,531						45	44	43			105	1,15	0,531
4		Tomar llave de par aflojamos tapon inferior de caja, dejar llave					0,357						25	32	28			105	1,20	0,357
5		Quitarse guante y ponerse guante especial					0,220						19	17	20			105	1,12	0,220
6		Manualmente acabar de desenroscar tapon y reservar observando que el aceite que escurre NO CONTIENE AGUA					0,294						21	25	27			105	1,15	0,294
7		Tomar tapón y apuntar manualmente hasta tope					0,312						25	28	27			105	1,12	0,312
8		Quitarse guante especial y ponerse guante normal de trabajo montaje					0,212						19	17	20			105	1,12	0,212
9		Tomar llave y dar par, dejar llave					0,284						20	25	27			105	1,20	0,284
10		Con trapo limpiar parte exterior de tapon					0,109						8	10	10			105	1,15	0,109
11		Tomar bote de spray y pintar zona manipulada, dejamos bote					0,254						17	25	19			105	1,15	0,254
12		Quitar 2 pegatinas de chapas característica y tirar					0,286						24	25	24			105	1,12	0,286
13		Quitar pegatina de mecanizado lateral y tirar					0,149						14	12	12			105	1,12	0,149
14		Quitar enmascarado de tuerca en manguera y tirar					0,125						10	11	11			105	1,12	0,125
15		Quitar pegatina forma triángulo de filtro inferior y tirar					0,329						33	24	27			105	1,12	0,329
16		Trasladarse y quitar pegatina de zona campana de Main maualmente y tirar					0,631						46	55	60			105	1,12	0,631
17		Aplicar rustveto en mecanizado campana, dejar rustveto					0,833						65	72	70			105	1,15	0,833
18		Repasar con trapo toda la zona por posible exceso de rustveto					0,251						20	23	21			105	1,12	0,251
19		Quitar protectores de ejes x2 y dejar en el bin					0,129						10	12	11			105	1,12	0,129
20		Coger trapo y limpiar zonas mecanizadas del triángulo situado en zona filtro inferior de Main					0,729						61	65	60			105	1,12	0,729
21		Coger rustveto y aplicar sobre ejes x2, dejar rustveto					0,239						19	22	20			105	1,12	0,239
22		Coger malla x2 y colocar en ejes					0,439						35	38	39			105	1,12	0,439
23		Quitar tapon esclavo contactor					0,392						32	33	35			105	1,12	0,392
24		Trasladarse a caja y colocar manualmente contactor hasta tope					0,246						24	17	20			105	1,15	0,246

CAJA PRINCIPAL									
TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS / 100					EFIC.	P&F	MIN.STD		
18	16	15							
72	70	75			105	1,10	0,189		
45	44	43			105	1,12	0,851		
25	32	28			105	1,15	0,531		
19	17	20			105	1,20	0,357		
21	25	27			105	1,12	0,220		
25	28	27			105	1,15	0,294		
19	17	20			105	1,12	0,312		
20	25	27			105	1,12	0,212		
8	10	10			105	1,20	0,284		
17	25	19			105	1,15	0,109		
24	25	24			105	1,15	0,254		
14	12	12			105	1,12	0,286		
10	11	11			105	1,12	0,149		
33	24	27			105	1,12	0,125		
46	55	60			105	1,12	0,329		
65	72	70			105	1,12	0,631		
20	23	21			105	1,15	0,833		
10	12	11			105	1,12	0,251		
61	65	60			105	1,12	0,129		
19	22	20			105	1,12	0,729		
35	38	39			105	1,12	0,239		
32	33	35			105	1,12	0,439		
24	17	20			105	1,12	0,392		
					105	1,15	0,246		

REFERENCIA : MAIN PTO																
OPER.Nº		DPTO.	MAQUINA	CODIGO	FECHA											
ELEM.	COD.	DESCRIPCION DE ELEMENTOS			MIN.STD./CICLO		OCC./CICLO		TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS / 100			EFIC.	P&F	MIN.STD		
					"D"	"R"	"M"			24	24	26		105	1,20	0,311
25		Coger llave de par y dar par de apriete, dejar llave			0,311					24	24	26		105	1,20	0,311
26		Con llave especial allen quitar respiradero y dejar en bin			0,459					35	39	40		105	1,15	0,459
27		Dar cordon de locitte 572 en hilos del nuevo respiradero			0,310					28	26	25		105	1,12	0,310
28		Apuntar manualmente nuevo respiradero			0,270					22	25	20		105	1,15	0,270
29		Coger llave fija de 19 y apretar manualmente a tope			0,420					32	35	33		105	1,20	0,420
30		TRAZABILIDAD (6 puntos revisa)			1,374					120	122	115		105	1,10	1,374
31		Notificar con pistola			0,204					21	21	10		105	1,12	0,204
32		Leer con pistola para sacar etiquetas			0,118					8	10	12		105	1,12	0,118
33		Coger 2 etiquetas y colocar en bolsas			0,145					15	10	12		105	1,12	0,145
34		Trasladarse a bobina de bolsas de plástico VCI y cortar bolsa			0,221					11	25	19		105	1,15	0,221
35		Abrir bolsa			0,221					23	15	17		105	1,15	0,221
36		Introducir en la caja por la parte inferior de esta y anudar sobrante de bolsa en gancho			0,334					22	20	41		105	1,15	0,334
37		Reposición de material														
38		Reponer pegatinas de notificar (quitar,poner, tirar restos a la basura)			0,006				1/250	128				110	1,15	1,619
39		Reponer rollo de tinta de notificar ((quitar,poner, tirar restos a la basura))			0,004				1/500	177				110	1,15	2,239
40		Reponer rollo de bolsas (quitar,poner, tirar restos a la basura)			0,050				1/75	310	280	305		110	1,15	3,774
41		Reponer rollo de malla (quitar,poner, tirar restos a la basura)			0,005				1/500	190				110	1,15	2,404
42		Reponer bote de rustveto (ir a puesto de llenado, llenar y volver)			0,016				1/100	129				110	1,12	1,589
43					0,004				1/250	90				110	1,12	1,109
44		EMBALAJE														
45		Abrir rack y dejar tapa al lado			0,318					27	29	23		105	1,15	0,318
46		Ir a por bastidor de madera y colocar dentro de caja			0,299					23	25	22		105	1,22	0,299
47		Ir a por polipasto y enganchar caja			0,502					40	43	45		105	1,12	0,502
48		Sacar caja de carro			0,794					66	60	68		105	1,17	0,794
49		Pulsar boton polipasto			0,043					4	4	3		105	1,12	0,043

CAJA PRINCIPAL					

REFERENCIA : MAIN PTO								
OPER.Nº		DPTO.	MAQUINA	CODIGO	FECHA			
ELEM. COD.	DESCRIPCION DE ELEMENTOS							
					MIN.STD./CICLO	OCC./CICLO		
					"D"	"R"	"W"	CICLO
50	Colocar caja en rack				1,413			
51	Coger 2 pegatinas y colocar en exterior de caja, tirar papel sobrante				0,306			
52	Coger pistola, leer etiqueta de rack y etiqueta de caja para verificar que son iguales, dejar pistola.				0,349			
53	Coger grapadora y grapar 2 etiquetas (2 grapas en cada una). Dejar grapadora				0,247			
54	Coger tornillos x2 y apuntar manualmente en base de madera				0,914			
55	Trasladarse a por alargador de boca de pistola neumática dirigirse a por pistola y cambiar boca				0,486			
56	Apretar tornillos x2 con pistola				0,970			
57	Recoger manguera de pistola y trasladar a inicio				0,247			
58	Cambiar boca de pistola y poner boca para sacar tornillos de gancho				0,137			
59	Atornillar tornillo de gancho en caja con pistola				0,177			
60	Trasladar pistola a inicio				0,306			
61	Trasladar gancho a carro				0,799			
62	Volver a zona embalaje caja tomar spray y repintar zonas gancho x2, dejar spray				0,953			
63	Hacer nudo manualmente recogiendo plástico				1,151			
64	Poner brida				0,246			
65	Coger tapa de cajon y posicionar				0,366			
66	Coger 2 bridas grandes y asegurar tapa en cajon				0,855			
67	Ir a por bridas blancas a estantería, traer bidras a mesa junto a descarga. Tirar bolsa vacia				0,011			1/100
68	Ir a por tornillos de embalaje a estantería y traer a zona de embalaje. Tirar caja vacia				0,011			1/100
69	Ir a por arandelas de embalaje a estantería y traer a zona de embalaje. Tirar caja vacia				0,011			1/100
70	MOVIMIENTOS CON CARRETILLA							
71	Ir a por carretilla				0,102			1/2
72	Coger rack y llevar hasta zona de almacenamiento exterior				1,373			1/2
73	Dejar rack en el suelo				0,164			1/2

CAJA PRINCIPAL										
TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS / 100								EFIC.	P&F	MIN.STD
110	115	120						105	1,17	1,413
25	28	25						105	1,12	0,306
31	29	29						105	1,12	0,349
20	22	21						105	1,12	0,247
75	80	72						105	1,15	0,914
40	38	46						105	1,12	0,486
80	85	76						105	1,15	0,970
22	20	21						105	1,12	0,247
13	11	11						105	1,12	0,137
16	15	13						105	1,15	0,177
25	25	28						105	1,12	0,306
62	65	68						105	1,17	0,799
85	78	80						105	1,12	0,953
94	100	92						105	1,15	1,151
23	20	18						105	1,15	0,246
31	27	33						105	1,15	0,366
70	76	72						105	1,12	0,855
90								110	1,12	1,109
90								110	1,12	1,109
90								110	1,12	1,109
16	19	18						105	1,10	0,204
236	225	252						105	1,10	2,745
30	28	27						105	1,10	0,327




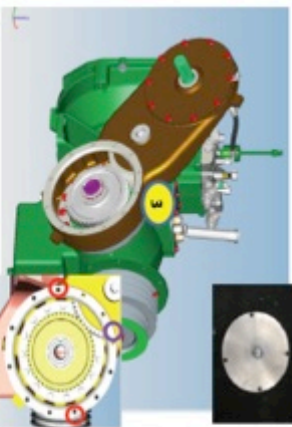
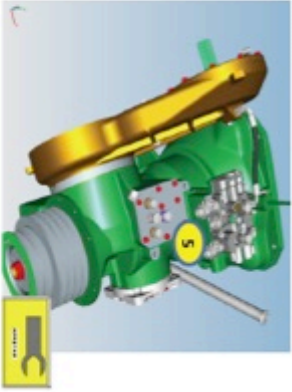



REFERENCIA : MAIN PTO										CAJA PRINCIPAL						
OPER.Nº		DPTO.	MAQUINA	CODIGO	FECHA											
ELEM.	COD.	DESCRIPCION DE ELEMENTOS			MIN.STD./CICLO			OCC./CICLO	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS / 100					EFG.	P&F	MIN.STD
		"D"	"R"	"M"												
74		Volver a linea con carretilla	0,497			1/2		76	97	85			105	1,10	0,993	
75		Coger 2º rack y llevar hasta zona de almacenamiento exterior	1,373			1/2		236	225	252			105	1,10	2,745	
76		Dejar rack en el suelo	0,164			1/2		30	28	27			105	1,10	0,327	
77		Volver a linea con carretilla y dejar en zona de descarga, volver a puesto.	0,622			1/2		102	116	105			105	1,10	1,244	
78																
79		Ir a por carretilla	0,020			1/10		16	19	18			105	1,10	0,204	
80		Coger carretilla e ir hasta zona de recogida de maderas	0,109			1/10		98	100	85			105	1,10	1,090	
81		Coger maderas Main	0,029			1/10		21	25	30			105	1,10	0,293	
82		Volver a linea y dejar maderas	0,099			1/10		76	97	85			105	1,10	0,993	
83		Dejar carretilla y volver andando a zona de embalaje	0,019			1/10		16	19	15			105	1,10	0,193	
84																
85		Ir a por carretilla	0,051			1/4		16	19	18			105	1,10	0,204	
86		Coger carretilla e ir hasta zona de almacenamiento de rack's de plastico	0,398			1/4		139	145	130			105	1,10	1,594	
87		Coger 4 rack's	0,135			1/4		46	50	44			105	1,10	0,539	
88		Volver a linea y dejar racks en el suelo	0,440			1/4		160	141	156			105	1,10	1,759	
89		Dejar 4 rack (1x1) en suelo	0,612			1/4		211	220	205			105	1,10	2,449	
90		Dejar carretilla y volver andando a zona de embalaje	0,048			1/4		16	19	15			105	1,10	0,193	
91																
92		Coger carro lleno de gancho y llevar a linea	0,105			1/40		345	353	339			110	1,10	4,183	
93		Dejar carro lleno y coger vacio	0,005			1/40		15	20	18			110	1,10	0,214	
94		Traer carro vacio y dejar junto a linea de embalaje	0,095			1/40		313	320	309			110	1,10	3,799	
95		Volver andando a zona de embalaje	0,005			1/40		16	19	15			110	1,10	0,202	

[illegible]



### 12.3. Anexo III: Hoja de datos mecánicos Pintura y embalaje Main PTO final

JOHN DEERE		Referencia	Nivel diseño	TaskID/Task ID	Dispositivo	Descripción
 TQC  Contenido de trabajo  Verificación	Montaje	Documento	Operación	Página		
	CARGA					
	Nombre	Fecha	Descripción del cambio			
	Dicho Rolo					
<div>  <p>1. Limpiar exceso de grasa del engrasador polica y zona transfer.</p> </div> <div>  <p>2. Tapar todos los racores con tapones roscados (IM266147, IM266148, IM266149, IM266150, IM266151).</p> </div> <div>  <p>3. Colocar tapeta transfer Main (IM228624) en mecanizado transfer y tapa metálica con un tornillo corto (19M7790) y dos largos (19M7816). Apretar con pistola.</p> </div> <div>  <p>4. Colocar tapeta hydro y poner tapa metálica con 4 tornillos. Apretar con pistola.</p> </div> <div>  <p>5. Colocar gancho Main apretándolo con pistola neumática.</p> </div> <div>  <p>6. Leer caja con pistola.</p> </div> <div>  <p>7. Coger llaves trazabilidad y comprobar aprietes de hydro y transfer</p> </div> <div>  <p>8. Validar trazabilidad y liberar caja.</p> </div>						



# JOHN DEERE

Referencia		Nivel diseño		Tareas/ID/Task ID		Dispositivo		Descripción	
		Producto							
		MAN							

**TQC**

**Contenido de trabajo**

**Verificación**

Montaje		Documento		Operación		Descripción del cambio	
Nombre	Fecha						
Diego Rojas							











1. Soplar con pistola hasta el completo secado de la caja.

2. Quitar tapa metálica de hydro, colocar 4 pegatinas (IM115450) sobre tapeta hydro para tapar los taladros.

3. Colocar pegatina mecanizado lateral (IM231876).

4. Colocar pegatina mecanizado triangular (IM150159).

5. Proteger 2 ejes de freno (eje de transfer y eje de embrague) (IM247203).

6. Quitar tapa metálica de transfer con pistola y colocar tres pegatinas circulares (IM115450) en los taladros sobre la tapeta.

7. Proteger chapa característica x 2 (IM132631).


8. Proteger mecanizado de la campana (IM235200).

9. Proteger 3 electroválvulas.

10. Proteger fuerza de manguera.



JOHN DEERE		Referencia		Nivel diseño		TaskID/Task ID	Dispositivo	Description
				Producto				
				MAIN				
				Operación				
				Página				
<div> <div>▲</div> <div>TQC</div> </div> <div> <div>■</div> <div>Contenido de trabajo</div> </div> <div> <div>●</div> <div>Verificación</div> </div>	Nombre	Montaje	Documento	Descripción del cambio				
	Diego Rojo	Fecha						
<div> <div>■</div> <div>1. Retirar pegatinas chapa característica, Protecciones de ejes, cinta de campana, pegatina mecanizado triangular, pegatina mecanizado lateral, cinta tuerca manguera, y tapones de sensores.</div> </div> <div> <div>■</div> <div>2. Colocar respiradero (AH20868) aplicando locite blanco (572) en la rosca y apretando con llave fija.</div> </div> <div> <div>■</div> <div>3. Aplicar rustveto 2 en ejes y colocar malla.</div> </div> <div> <div>■</div> <div>4. Colocar sensor (AH135744) y tónico (R28782). Apretar sensor a 12,5 Nm.</div> </div>								

 <b>JOHN DEERE</b>		Referencia		Nivel diseño		TaskID/Task ID		Dispositivo		Descripción	
<div>TAC</div> <div>Contenido de trabajo</div> <div>Verificación</div>		Producto		MAIN							
		Documento		Operación		Página					
		Montaje		Descripción del cambio							
		Nombre		Fecha							
Diego Hoyo											





## 12.4. Anexo IV: Estándar Main PTO final

a) Carga:

REFERENCIA : MAIN PTO											
		OPER.Nº	DPTO.	MAQUINA	CODIGO	FECHA					
ELEM.	COD.	DESCRIPCION DE ELEMENTOS									
1		Tomar pincel con disolvente, limpiar exceso de grasa en polea y zona union transfer a carcasa, dejar pincel					"D"	"R"	"M"	OCC./CICLO	
2		Coger tres tapones amarillos y colocar en racores del cuerpo de válvulas					0,800				
3		Coger tapeta de transfer, tapa metálica y 3 tornillos, montar conjunto y colocar sobre la transfer aproximando los tornillos manualmente, tirar papel tapeta					0,823				
4		Coger pistola neumática y apretar tres tornillos, dejar pistola					0,498				
5		Coger tapeta de hydro, tapa metálica de hydro y 4 tornillos, montar conjunto y colocar sobre el hydro aproximando los tornillos manualmente, tirar papel tapeta					0,310				
6		Coger pistola neumática y apretar cuatro tornillos, dejar pistola					0,388				
7		Coger gancho y trasladar hasta la caja, colocar gancho					0,247				
8		Coger pistola neumática y apretar tornillos del gancho, dejar pistola					0,547				
9		Ir a por polipasto y enganchar caja					0,141				
10		Colocar caja en carro					0,293				
11		Coger pistola de lectura y leer chapa característica, dejar pistola					0,646				
12		Coger llave dinamométrica y comprobar 4 tornillos hydro, dejar llave					0,102				
13		Coger llave dinamométrica y comprobar 3 tornillos transfer, dejar llave					0,187				
14		Liberar caja					0,172				
24		REPONER					0,063				
25		Rellenar bote disolvente									
26		Ir a estanteria a por tapones amarillos, traer al puesto y tirar bolsa					0,007			1/200	
27		Traer tapas transfer					0,002			1/500	
28		Traer tapas hydro					0,073			1/10	
29		Reponer tapetas hydro					0,0145			1/50	
30		Reponer tornillos transfer					0,0097			1/75	
31		Reponer tornillos hydro					0,015			1/50	
32		Reponer tapetas transfer					0,024			1/30	
							0,012			1/60	

CAJA PRINCIPAL											
TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS / 100											
65	67	72				EFIC.	P&F	MIN.STD			
75	67	68				105	1,12	0,800			
42	47	38				105	1,12	0,823			
24	28	27				105	1,12	0,498			
36	38	36				105	1,12	0,310			
26	21	23				105	1,12	0,431			
53	47	55				105	1,12	0,274			
14	14	12				105	1,12	0,608			
31	25	27				105	1,12	0,157			
60	55	68				105	1,12	0,325			
9	9	8				105	1,12	0,717			
15	18	20				105	1,12	0,102			
12	15	17				105	1,12	0,208			
5	7	4				105	1,12	0,172			
						105	1,12	0,063			
120											
90						110	1,10	1,452			
60						110	1,10	1,089			
60						110	1,10	0,726			
60						110	1,10	0,726			
60						110	1,10	0,726			
60						110	1,10	0,726			
60						110	1,10	0,726			
60						110	1,10	0,726			
60						110	1,10	0,726			
60						110	1,10	0,726			

## CAJA PRINCIPAL

TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS / 100					
EFC.	P&F	MIN.STD			
105	1,12	0,800			
105	1,12	0,823			
105	1,12	0,498			
105	1,12	0,310			
105	1,12	0,431			
105	1,12	0,274			
105	1,12	0,608			
105	1,12	0,157			
105	1,12	0,325			
105	1,12	0,717			
105	1,12	0,102			
105	1,12	0,208			
105	1,12	0,172			
105	1,12	0,063			
110	1,10	1,452			
110	1,10	1,089			
110	1,10	0,726			
110	1,10	0,726			
110	1,10	0,726			
110	1,10	0,726			
110	1,10	0,726			
110	1,10	0,726			

[illegible]



b) Masking:

REFERENCIA : MAIN PTO									
	OPER.Nº	DPTO.	MAQUINA	CODIGO	FECHA				
ELEM.	COD.	DESCRIPCION DE ELEMENTOS							
1		Coger manguera de aire y soplar caja, dejar manguera de aire				MIN.STD/CICLO	OCC./CICLO		
						"D"	"R"	"M"	
2		Cambiar boca de pistola				0,670			49
						0,127			47
3		Coger pistola neumática y aflojar tornillos x4 de hydro, dejar pistola				0,380			10
						0,128			10
4		Dejar tapa hydro, tornillos en carro				0,274			33
						0,128			33
5		Coger pistola neumática y desaflojar 3 tornillos de transfer, dejar pistola				0,274			10
						0,131			11
6		Cambiar boca de pistola				0,128			11
						0,128			11
7		Dejar tapa tranfer y tornillos en carro				0,508			10
						0,293			11
8		Coger 7 pegatinas circulares y poner en taladros de hydro y transfer, tirar sobrante				0,096			47
						0,312			26
9		Coger 2 pegatinas y colocar sobre chapas características				0,151			9
						0,647			26
10		Coger pegatina y colocar sobre mecanizado lateral				1,151			100
						0,223			55
11		Coger pegatina triangular y posicionar sobre zona en filtro inferior, tirar sobrante				0,504			17
						0,470			42
12		Coger cinta de enmascarar y pegar sobre silueta zona de campana				0,154			40
						0,169			12
13		Coger cutter y recortar exceso de papel en silueta de campana y tirar sobrante				0,688			14
									15
14		Proteger tuerca de manguera filtro con cinta							14
									14
15		Proteger sensores x3 (x2 con tapones y x1 con papel)							14
									14
16		Coger 2 protecciones eje y rellenar con papel para ok ajuste							14
									14
17		Coger 2 protecciones y proteger 2 ejes							14
									14
18		Liberar caja							14
									14
19		Tiempo máquina hasta llegada de siguiente carro							14
									14
20		REPONER							49
21		Reponer rollo pegatinas filtro triangular				0,029			
						0,006			80
22		Reponer rollo pegatinas chapa característica				0,001			40
						0,019			80
23		Reponer rollo pegatinas circulares				0,005			80
						0,004			80
24		Reponer rollo pegatinas mecanizado lateral				0,004			80
						0,004			80
25		Reponer rollo cinta de enmascarar				0,004			80
						0,004			80
26		Llevar bin de tapones taladros a estantería masking y poner bin vacío				0,004			32
						0,004			32
27		Llevar bin de tapones electroválvulas a estantería masking y poner bin vacío				0,019			32
						0,019			32
28		Llevar bin protecciones ejes masking y poner bin vacío							32
									32

## CAJA PRINCIPAL

TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS / 100									
					EFIC.	P&F	MIN.STD		
49	47	78			105	1,10	0,670		
11	10	12			105	1,10	0,127		
33	33	31			105	1,12	0,380		
10	11	12			105	1,11	0,128		
24	22	24			105	1,12	0,274		
12	11	11			105	1,10	0,131		
10	11	12			105	1,11	0,128		
45	47	40			105	1,10	0,508		
25	26	25			105	1,10	0,293		
8	9	8			105	1,10	0,096		
27	26	28			105	1,10	0,312		
97	100	102			105	1,10	1,151		
57	55	56			105	1,10	0,647		
19	17	22			105	1,10	0,223		
45	42	44			105	1,10	0,504		
41	40	41			105	1,10	0,470		
14	12	14			105	1,10	0,154		
15	14	15			105	1,10	0,169		
49					130	1,08	0,688		
80					110	1,10	0,968		
40					110	1,10	0,484		
80					110	1,10	0,968		
80					110	1,10	0,968		
80					110	1,10	0,968		
32					110	1,10	0,387		
32					110	1,10	0,387		
32					110	1,10	0,387		



PIEZA Nº <b>MAIN PTO</b>	OPER. Nº	DPTO. 936	MAQUINA Nº	CODIGO MAQUIN	FECHA
DESCRIPCION OPERACION :					
MASKING MAIN					
CODIGO OCC.	CAT.	HRS. STD./100 PZAS 12,6	(MONTAR) HRS.STD./100	(DESMONTAR) HRS.STD./10	W.A.F.
RAZON DEL CAMBIO :					
EQUIPO:					
PZAS.		PESO JDM	PIEZA	TAMANO PESO	
OBSERVACIONES					
CROQUIS, ZONA DE TRABAJO, ETC...					
<b>NOTA.-</b> El metodo aprobado es el que se detalla en este formulario,ningun cambio de metodo puede ser hecho por el operario sin contar con la aprobacion de la Compania indicado por la emision de una revision.					

INGENIERO Diego Rojo								
DESIGNACION DE LA PIEZA :								
D	P	T	NUOVO	REV	TEMP	RCK	STD.RET.	
OBSERVACIONES:								
TOTAL MINUTOS STANDARD								7,138
MINUTOS "D" STD.								6,450
MINUTOS "R" STD.								0,688
MINUTOS "W" STD.								0
TOTAL MINUTOS STANDARD								7,138
HRS. STD/100								
=								
TOTAL MIN. STD.								7,138
x								
Jobdelay								1,06
x								
Centesimal								1,67
=								
HRS. STD/100								12,63597555



c) Embalaje:



REFERENCIA : MAIN PTO						
OPER.Nº		DPTO.	MAQUINA	CODIGO	FECHA	
ELEM.	COD.	DESCRIPCION DE ELEMENTOS				
1		Pulsar botonera de avance de carros				
2		Quitar tapones x2 de conexiones y papel x1 de electroválculas y guardar y tirar desperdicios				
3		Examinar visualmente caja 100% exterior				
4		Quitar 2 pegatinas de chapas característica y tirar				
5		Quitar pegatina de mecanizado lateral y tirar				
6		Quitar enmascarado de tuerca en manguera y tirar				
7		Quitar pegatina forma triángulo de filtro inferior y tirar				
8		Trasladarse y quitar pegatina de zona campana de Main maualmente y tirar				
9		Aplicar rustveto en mecanizado campana, dejar rustveto				
10		Reparar con trapo toda la zona por posible exceso de rustveto				
11		Quitar protectores de ejes x2 y dejar en el bin				
12		Coger trapo y limpiar zonas mecanizadas del triángulo situado en zona filtro inferior de Main				
13		Coger rustveto y aplicar sobre ejes x2, dejar rustveto				
14		Coger malla x2 y colocar en ejes				
15		Quitar tapon esclavo contactor				
16		Trasladarse a caja y colocar manualmente contactor hasta tope				
17		Coger llave de par y dar par de apriete, dejar llave				
18		Con llave especial allen quitar respiradero y dejar en bin				
19		Dar cordon de locitte 572 en hilos del nuevo respiradero				
20		Apuntar manualmente nuevo respiradero				
21		Coger llave fija de 19 y apretar manualmente a tope				
22		TRAZABILIDAD (6 puntos revisar)				
23		Notificar con pistola				
24		Leer con pistola para sacar etiquetas				
25		Coger 2 etiquetas y colocar en bolsas				

CAJA PRINCIPAL											
MIN.STD./CICLO				OCC./ CICLO	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS / 100	EFC.	P.&F	MIN.STD			
"D"	"R"	"W"									
0.189					18	16	15		105	1.10	0.189
0.851					72	70	75		105	1.12	0.851
0.531					45	44	43		105	1.15	0.531
0.286					24	25	24		105	1.12	0.286
0.149					14	12	12		105	1.12	0.149
0.125					10	11	11		105	1.12	0.125
0.329					33	24	27		105	1.12	0.329
0.631					46	55	60		105	1.12	0.631
0.833					65	72	70		105	1.15	0.833
0.251					20	23	21		105	1.12	0.251
0.129					10	12	11		105	1.12	0.129
0.729					61	65	60		105	1.12	0.729
0.239					19	22	20		105	1.12	0.239
0.439					35	38	39		105	1.12	0.439
0.392					32	33	35		105	1.12	0.392
0.246					24	17	20		105	1.15	0.246
0.311					24	24	26		105	1.20	0.311
0.459					35	39	40		105	1.15	0.459
0.310					28	26	25		105	1.12	0.310
0.270					22	25	20		105	1.15	0.270
0.420					32	35	33		105	1.20	0.420
1.374					120	122	115		105	1.10	1.374
0.204					21	21	10		105	1.12	0.204
0.118					8	10	12		105	1.12	0.118
0.145					15	10	12		105	1.12	0.145

CAJA PRINCIPAL									
TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS / 100					EFG.				
18	16	15			105	1,10	0,189		
72	70	75			105	1,12	0,851		
45	44	43			105	1,15	0,531		
24	25	24			105	1,12	0,286		
14	12	12			105	1,12	0,149		
10	11	11			105	1,12	0,125		
33	24	27			105	1,12	0,329		
46	55	60			105	1,12	0,631		
65	72	70			105	1,15	0,833		
20	23	21			105	1,12	0,251		
10	12	11			105	1,12	0,129		
61	65	60			105	1,12	0,729		
19	22	20			105	1,12	0,239		
35	38	39			105	1,12	0,439		
32	33	35			105	1,12	0,392		
24	17	20			105	1,15	0,246		
24	24	26			105	1,20	0,311		
35	39	40			105	1,15	0,459		
28	26	25			105	1,12	0,310		
22	25	20			105	1,15	0,270		
32	35	33			105	1,20	0,420		
120	122	115			105	1,10	1,374		
21	21	10			105	1,12	0,204		
8	10	12			105	1,12	0,118		
15	10	12			105	1,12	0,145		

REFERENCIA : MAIN PTO						
OPER.Nº		DPTO.	MAQUINA	CODIGO	FECHA	
ELEM.	COD.	DESCRIPCION DE ELEMENTOS				
26		Trasladarse a bobina de bolsas de plástico VCI y cortar bolsa				
27		Abrir bolsa				
28		Introducir en la caja por la parte inferior de esta y anudar sobrante de bolsa en gancho				
29		Reposición de material				
30		Reponer pegatinas de notificar (quitar,poner, tirar restos a la basura)				
31		Reponer rollo de tinta de notificar ((quitar,poner, tirar restos a la basura))				
32		Reponer rollo de bolsas (quitar,poner, tirar restos a la basura)				
33		Reponer rollo de malla (quitar,poner, tirar restos a la basura)				
34		Reponer bote de rustiveto (ir a puesto de llenado, llenar y volver)				
35						
36		EMBALAJE				
37		Abrir rack y dejar tapa al lado				
38		Ir a por bastidor de madera y colocar dentro de caja				
39		Ir a por polipasto y enganchar caja				
40		Sacar caja de carro				
41		Pulsar boton polipasto				
42		Colocar caja en rack				
43		Coger 2 pegatinas y colocar en exterior de caja, tirar papel sobrante				
44		Coger pistola, leer etiqueta de rack y etiqueta de caja para verificar que son iguales, dejar pistola.				
45		Coger grapadora y grapar 2 etiquetas (2 grapas en cada una). Dejar grapadora				
46		Coger tornillos x2 y apuntar manualmente en base de madera				
47		Trasladarse a por alargador de boca de pistola neumática dirijirse a por pistola y cambiar boca				
48		Apretar tornillos x2 con pistola				
49		Recoger manguera de pistola y trasladar a inicio				

CAJA PRINCIPAL									
TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS / 100					EFIC.	P&F	MIN.STD		
11	25	19			105	1,15	0,221		
23	15	17			105	1,15	0,221		
22	20	41			105	1,15	0,334		
128					110	1,15	1,619		
177					110	1,15	2,239		
310	280	305			110	1,15	3,774		
190					110	1,15	2,404		
129					110	1,12	1,589		
90					110	1,12	1,109		

REFERENCIA : MAIN PTO						
OPER.Nº		DPTO.	MAQUINA	CODIGO	FECHA	
ELEM.	COD.	DESCRIPCION DE ELEMENTOS				
50		Cambiar boca de pistola y poner boca para sacar tornillos de gancho				
51		Aflojar tornillo de gancho en caja con pistola				
52		Trasladar pistola a inicio				
53		Trasladar gancho a carro				
54		Volver a zona embalaje caja tomar spray y repintar zonas gancho x2, dejar spray				
55		Hacer nudo manualmente recogiendo plástico				
56		Poner brida				
57		Coger tapa de cajon y posicionar				
58		Coger 2 bridas grandes y asegurar tapa en cajon				
59		Ir a por bridas blancas a estantería, traer bidras a mesa junto a descarga. Tirar bolsa vacia				
60		Ir a por tornillos de embalaje a estantería y traer a zona de embalaje. Tirar caja vacia				
61		Ir a por arandelas de embalaje a estantería y traer a zona de embalaje, Tirar caja vacia				
62		MOVIMIENTOS CON CARRETILLA				
63		Ir a por carretilla				
64		Coger rack y llevar hasta zona de almacenamiento exterior				
65		Dejar rack en el suelo				
66		Volver a linea con carretilla				
67		Coger 2º rack y llevar hasta zona de almacenamiento exterior				
68		Dejar rack en el suelo				
69		Volver a linea con carretilla y dejar en zona de descarga, volver a puesto.				
70						
71		Ir a por carretilla				
72		Coger carretilla e ir hasta zona de recogida de maderas				
73		Coger maderas Main				
74		Volver a linea y dejar maderas				

CAJA PRINCIPAL											
MIN.STD./CICLO				OCC./ CICLO	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS / 100				Efic.	P&F	MIN.STD
"D"	"R"	"W"									
0.137					13	11	11		105	1.12	0.137
0.177					16	15	13		105	1.15	0.177
0.306					25	25	28		105	1.12	0.306
0.799					62	65	68		105	1.17	0.799
0.953					85	78	80		105	1.12	0.953
1.151					94	100	92		105	1.15	1.151
0.246					23	20	18		105	1.15	0.246
0.366					31	27	33		105	1.15	0.366
0.855					70	76	72		105	1.12	0.855
0.011				1/100	90				110	1.12	1.109
0.011				1/100	90				110	1.12	1.109
0.011				1/100	90				110	1.12	1.109
0.102				1/2	16	19	18		105	1.10	0.204
1.373				1/2	236	225	252		105	1.10	2.745
0.164				1/2	30	28	27		105	1.10	0.327
0.497				1/2	76	97	85		105	1.10	0.993
1.373				1/2	236	225	252		105	1.10	2.745
0.164				1/2	30	28	27		105	1.10	0.327
0.622				1/2	102	116	105		105	1.10	1.244
0.020				1/10	16	19	18		105	1.10	0.204
0.109				1/10	98	100	85		105	1.10	1.090
0.029				1/10	21	25	30		105	1.10	0.293
0.099				1/10	76	97	85		105	1.10	0.993

REFERENCIA : MAIN PTO																	
OPER.Nº		DPTO.	MAQUINA	CODIGO	FECHA												
ELEM.	COD.	DESCRIPCION DE ELEMENTOS				MIN.STD./CICLO		OCC./CICLO	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS / 100			EFIC.	P&F	MIN.STD			
						"D"	"R"	"M"									
75		Dejar carretilla y volver andando a zona de embalaje				0.019			1/10		16	19	15		105	1.10	0.193
76																	
77		Ir a por carretilla				0.051			1/4		16	19	18		105	1.10	0.204
78		Coger carretilla e ir hasta zona de almacenamiento de rack's de plastico				0.398			1/4		139	145	130		105	1.10	1.594
79		Coger 4 rack's				0.135			1/4		46	50	44		105	1.10	0.539
80		Volver a linea y dejar racks en el suelo				0.440			1/4		160	141	156		105	1.10	1.759
81		Dejar 4 rack (1x1) en suelo				0.612			1/4		211	220	205		105	1.10	2.449
82		Dejar carretilla y volver andando a zona de embalaje				0.048			1/4		16	19	15		105	1.10	0.193
83																	
84		Coger carro lleno de gancho y llevar a linea				0.105			1/40		345	353	339		110	1.10	4.183
85		Dejar carro lleno y coger vacio				0.005			1/40		15	20	18		110	1.10	0.214
86		Traer carro vacio y dejar junto a linea de embalaje				0.095			1/40		313	320	309		110	1.10	3.799
87		Volver andando a zona de embalaje				0.005			1/40		16	19	15		110	1.10	0.202

CAJA PRINCIPAL							
			</				

[illegible]